



BENEMÉRITA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

TESIS:

“Habilitación de la seguridad perimetral de una línea de corte mediante un PLC de seguridad”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO EN ELECTRÓNICA

PRESENTA:

GERARDO NIÑO BAUTISTA

ASESOR:

M.C. VÍCTOR MANUEL PERUSQUÍA ROMERO

Noviembre del 2019

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

- i) Objetivo principal
- ii) Objetivos específicos
- iii) Justificación
- iv) Características principales a implementar en el proyecto
 - a. Las guardas
 - b. El dispositivo de seguridad
 - c. El panel de diagnóstico o visualización

CAPÍTULO I **Diseño de la estructura de las barreras de seguridad**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Los principios de guardas de seguridad: guardas, dispositivos y distancia segura.
 - 1.2.1 Alcance
- 1.3 Prevenir riesgos antes de un accidente
- 1.4 Beneficios de las guardas
- 1.5 Requisitos de una guarda de seguridad
- 1.6 Características de la protección perimetral
- 1.7 Dispositivos automáticos de protección
- 1.8 Automatización
- 1.9 Automatización de la línea Slitter

CAPÍTULO II **Descripción de la arquitectura de la red**

- 2.1 Introducción
 - 2.1.1 Evaluación del riesgo
- 2.2 Etapas del proceso de corte en la línea Slitter
- 2.3 Colocación de puertas
- 2.4 Habilitar puertas con interruptores de seguridad
 - 2.4.1 Interruptores de seguridad con actuador separado
 - 2.4.2 Cortina óptica de seguridad
- 2.5 Como elegir la arquitectura de control de seguridad correcta.
 - 2.5.1 Elección de la aplicación de sistemas correcta
- 2.6 Características de un PLC de seguridad
- 2.7 Descripción de la arquitectura de la red
- 2.8 Visualización y diagnóstico
- 2.9 Periferia descentralizada

CAPÍTULO III Programación del controlador lógico Programable

- 3.1 Introducción
- 3.2 Configuración del Hardware
 - 3.2.1 Configuración de la CPU 315F-2DP utilizando el
 - 3.2.2 HW Config
 - 3.2.3 Configuración de la ET 300 Distributed I/O system
 - 3.2.4 utilizando el HW Config
 - 3.2.5 Configuración de las tarjetas de entradas digitales
 - 3.2.6 Configuración de las tarjetas de salidas digitales
 - 3.2.7 Salvar, compilar y descargar la configuración del Hardware
- 3.3 Programación del programa de seguridad
 - 3.3.1 Procedimiento
 - 3.3.2 Crear un F-FB con el lenguaje de programación F-FBD
 - 3.3.3 Editar y salvar el F-FB en el editor FBD
 - 3.3.4 Programa de la función de la puerta de seguridad
 - 3.3.4.1 Conexión del FB 217
 - 3.3.5 Programación de la función de paro de emergencia
 - 3.3.5.1 Especificar el grupo de tiempo de ejecución
- 3.4 Compilar el programa de seguridad
 - 3.4.1 Llamado al programa de seguridad en el programa cíclico
 - 3.4.2 Descarga completa del programa de seguridad
 - 3.4.3 en la F-CPU y activar el modo seguro

CAPÍTULO IV Programación del panel de operador

- 4.1 Introducción a la interface HMI
 - 4.1.1 Software para programación de la HMI WinCC Flexible 2008 SP2
- 4.2 Iniciar WinCC flexible
 - 4.2.1 Iniciar con un proyecto nuevo
 - 4.2.2 Selección del panel de operador, la conexión y el PLC
 - 4.2.3 El proyecto
 - 4.2.4 Crear una plantilla
 - 4.2.5 Imagen nueva, paros de emergencia
 - 4.2.6 Imagen principal
 - 4.2.7 Transferir el proyecto
 - 4.2.8 Transferir el proyecto al panel MP 377 Touch

Conclusiones

Apéndice

Bibliografía

Introducción

La empresa Thyssenkrupp Materials de México (TKMM), es una división del consorcio ThyssenKrupp AG es una industria siderúrgica alemana y es la empresa más importante en el país dedicada a la fundición y forja del acero. Las sedes de ThyssenKrupp se encuentran en las ciudades de Essen y Duisburgo. Fue creada a partir de la fusión de dos empresas metalúrgicas alemanas en 1999, Thyssen AG y Krupp. de capital multinacional con sede en Alemania y es un fabricante y proveedor de acero laminado en México para las Armadoras de automóviles Volkswagen, Chevrolet Honda, Ford y FCA. Actualmente cuenta con plantas en operación en las ciudades de Puebla, Silao Guanajuato y Saltillo Coahuila, y dentro de los servicios que ofrece a la industria automotriz, están: gestión de compras, importación de acero laminado, logística y los procesos de Slitting y Blanking.

La planta Puebla ofrece los servicios de Slitting de rollos de lámina para las armadoras automotrices de la región de Puebla, el Bajío y centro del país. El servicio Slitting se realiza con una línea de corte longitudinal (Slitter), la cual procesa rollos de hasta 25 toneladas en espesores desde 0.7 a 4.5 milímetros.

La línea Slitter que se aprecia en la Figura 1, es un conjunto de procesos que corta rollos de lámina de acero longitudinalmente. Este tipo de líneas toma su nombre del vocablo inglés Slitting que significa cortar en rebanadas. La línea Slitter está automatizada, pero antes de trabajar en modo automático deben hacerse ajustes previos. Estos ajustes se hacen en modo de trabajo “ajuste”, en este modo, el operador carga el material que previamente deposita una grúa viajera y lo introduce a lo largo de toda la línea hasta cumplir una serie de condiciones para que trabaje en modo “automático”.



Fig. 1
Línea Slitter

La línea Slitter cuenta con varios accionamientos eléctricos, hidráulicos y neumáticos, los cuales en modo automático se encuentran presentes a lo largo de toda la línea. Estos accionamientos se encuentran expuestos a las personas que están a cargo de la operación de línea, incluso para las personas ajenas al proceso.

Durante el proceso en modo automático, el operador de la línea se concentra en el proceso, debido a que un descuido podría someter el material a tensiones mecánicas que pueden afectar la calidad del producto final, lo que significa que cualquier persona puede acercarse a las áreas de peligro en la línea sin que el operador pueda percatarse de su presencia.

La línea Slitter fue instalada con un sistema de seguridad básico, es decir, cuenta con una cadena de paros de emergencia en cada uno de los pupitres, que son botones pulsadores con enclavamiento de tipo hongo, que se activan con la mano, y que dependen de la habilidad o circunstancias favorables para que estos se puedan activar en el momento preciso antes de que la máquina o personas se encuentren en riesgo inminente de sufrir una lesión. Esta se conoce como emergencia pasiva porque todas las energías potenciales de la línea son cortadas de forma abrupta y todas las condiciones de la máquina son llevadas a un estado de reposo seguro.

Durante una auditoría de seguridad llevada a cabo en marzo del 2014 en la empresa TKMM aplicada por el consorcio ThyssenKrupp A.G. con sede en Alemania, se levantó una No Conformidad, respecto a la forma en que se ha trabajado la línea la cual no cuenta con las medidas de seguridad en su perímetro para poder ser operada de manera más segura.

A fin de dar solución a la No conformidad de la auditoría, se da marcha a un proyecto para instalar una seguridad perimetral a esta línea. La seguridad perimetral consistirá en una barrera física que no permita que ninguna persona ingrese a la línea cuando esta se encuentre operando en modo de trabajo automático, que implica el momento de riesgo más alto.

Las barreras deben permitir que el operador ingrese a la línea cuando esta se encuentre operando en modo de trabajo manual o de ajuste, y bloquear el acceso en modo de trabajo automático, es decir las barreras deberán removerse y después colocarse de modo sencillo y rápido como se muestra en la Figura 2.

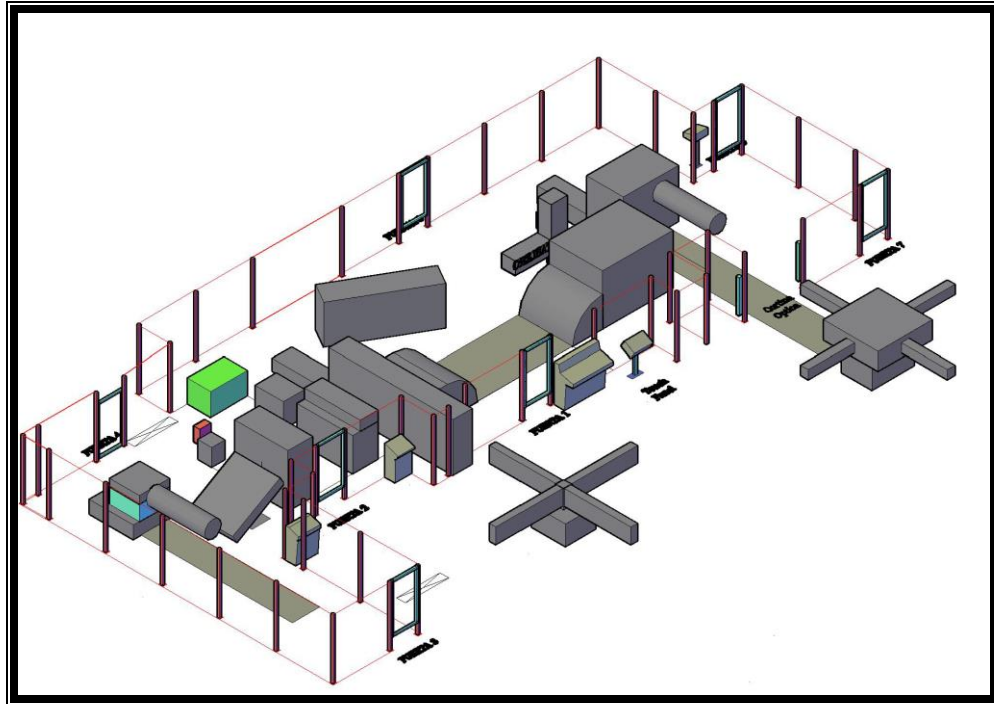


Fig. 2
Barrera perimetral de la línea Slitter

i) Objetivo principal

Diseñar e implementar un sistema de seguridad perimetral mediante la aplicación de un PLC homologado, a una línea de corte de rollos longitudinal “Slitter”

ii) Objetivos específicos

- Cumplir con la norma oficial mexicana (NOM 004 STPS-1999) “Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y el equipo que se utilice en los centros de trabajo”
- Cumplir con el estándar ISO 13849-1 aplicando el correspondiente PLC para este propósito
- Realizar la programación de las rutinas de seguridad empleando el Software especial de seguridad.
- Diseñar, programar e instalar las interfaces amigables para el operador, retomando las características de las pantallas existentes en la empresa.
- Realizar el análisis comparativo del control de seguridad convencional vs control de seguridad por PLC de seguridad.

iii) Justificación

Existen en la facultad de ciencias de la electrónica pocos ejemplos de proyectos llevados a cabo dentro de la industria automotriz, en los que se involucre el proyecto junto con las normas y estándares que lo sustenten. En este presente proyecto, se pretende llevar de la mano estos 2 componentes tal y como se hace en la mayoría de las empresas.

En el presente proyecto se pretende mostrar una visión general del desarrollo de la instalación de un control de seguridad en una línea automatizada que cumpla con los estándares internacionales en seguridad y que también cumpla con la legislación mexicana actual.

iv) Características principales a implementar en el proyecto

a) Las guardas

Según la Norma OSHA 1910.212 (a) (1) Tipos de protección. Uno o más métodos de protección en máquinas deberá proporcionar lo necesario para proteger al operador y otros empleados en el área de la máquina de la zona de peligro de las acciones de operación de la misma, tales como: movimientos lineales, partes rotatorias, salpicadura de astillas y chispas, etc. Ejemplos de métodos de protección, son: barreras de protección, dispositivos de control de dos manos, dispositivos electrónicos de seguridad, etc.

Debido a las características de la seguridad a implementar y a la necesidad de evitar que personas ajenas y operadores ingresen a la línea cuando esta se encuentre en modo automático, se instalará un enrejado en todo el perímetro de la línea, las guardas de protección removibles serán puertas de acceso cuyo ingreso se puede controlar con interruptores electromecánicos excepto en una zona especial donde se descarga el producto terminado donde el colocar una puerta de acceso requiere esfuerzo físico para remover y colocarla debido a las dimensiones y el peso. En esta zona se va a colocar una cortina óptica, la que vigilará el acceso a la línea y solo se activará cuando se obstruya en modo automático. Ver la Figura 3.

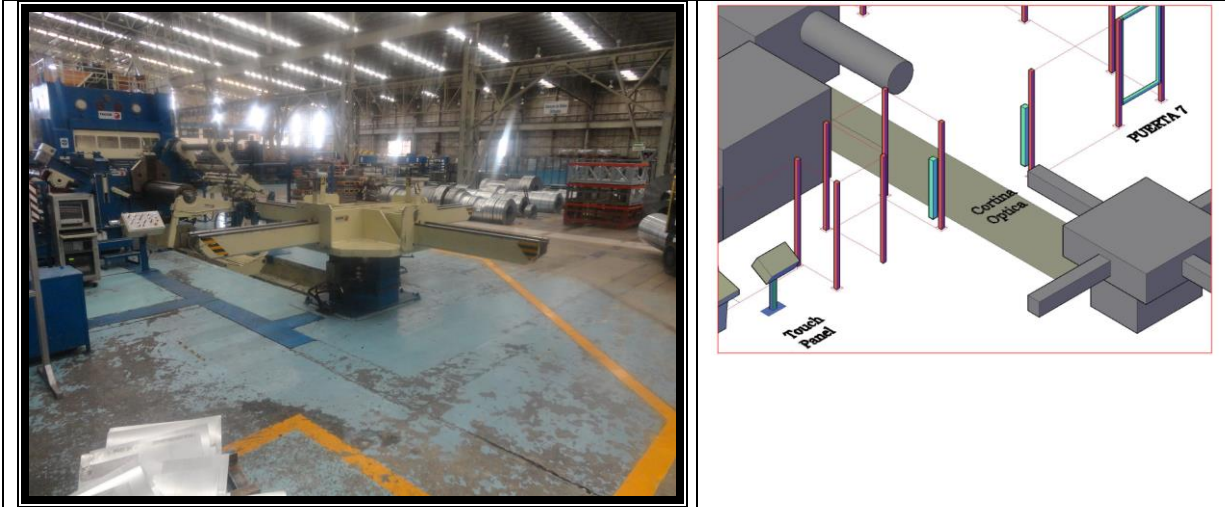


Fig. 3
Lugar para colocar cortina óptica

b) El dispositivo de seguridad.

Según el estándar ANSI B11.TR 4—2004 (R2015) Selection of Programmable Electronic Systems (PES/PLC) for Machine Tools Estándar que debe cumplir un PLC de seguridad para una máquina es: Cuando ocurre una falla del componente, módulo, dispositivo o sistema, o una falla subsecuente de otro componente, módulo, dispositivo o sistema que puede llevar a inhabilitar las funciones relativas a la seguridad a responder a un comando normal de paro o a un comando de paro inmediato, la función relativa a la seguridad de cuando ocurre una falla:

- La falla debe ser detectada.
- La máquina debe detenerse.
- La máquina no debe reiniciar automáticamente.

Esto es, el control debe cumplir con los siguientes requisitos:

Redundancia

El dispositivo debe permanecer funcional, aunque haya tenido una falla

Autodiagnóstico

El dispositivo, sistema o interface debe tener la habilidad para saber si éste ha fallado.

En caso de falla

El dispositivo debe prevenir que la máquina se restablezca sin reconocimiento del operador.

Diversidad

Componentes Tecnológicos de dos o más fabricantes

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 (certificados) 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.

Estos son requisitos que cumple el software S7 Distributed Safety de la plataforma de Simatic de Siemens. Este software debe contar con algunos requerimientos para su instalación como son el software Simatic S7 Manager y el programador debe tener experiencia previa en programación de PLC's de la familia S7-300 y/o S7-400.

A grandes rasgos, el programa de PLC S7-300-F monitorea que los interruptores electromagnéticos de las puertas de acceso se mantengan cerrados cuando la máquina se encuentre en modo automático y permitirá ser desbloqueados mediante la petición de un pulsador si la máquina se encuentra en modo manual. Los interruptores electromagnéticos llevan internamente 2 contactos normalmente abiertos (2-NO) y 2 contactos normalmente cerrados (2-NC), ambos conmutan simultáneamente cuando se abre y cierran las puertas de acceso mediante la activación de un trinquete, y el programa de PLC se encargará de evaluar el tiempo que tardan ambos en conmutar, y durante el ciclo de automático de la línea vigilará que no cambien de estado.

c) El panel de diagnóstico o visualización

El panel de diagnóstico o visualización es una interface entre el PLC y el operador el cual mostrará mediante imágenes gráficas y textos, el estado actual de la línea en lo que al enrejado de seguridad se refiere. La creación de gráficos deberá ser hecha de manera intuitiva a fin de que ningún dibujo pueda tener una interpretación ambigua.

El lenguaje de programación del Panel será el WinCC Flexible ver. 2008, de la línea de automatización Simatic de Siemens. Y la comunicación se llevará a cabo mediante un puerto del PLC llamado "Interface multipuerto" (MPI).

La secuencia que tendrá la línea Slitter una vez instalada la seguridad perimetral trabajará así:

- Al inicio del proceso el operador de la línea realizará los ajustes necesarios previos al funcionamiento en automático
- Una vez concluidos los ajustes, el operador pondrá la línea en automático, si hay condiciones trabajará, si no, se revisarán las condiciones de seguridad necesarias para la puesta en automático

Una vez iniciado en proceso de corte en automático, el PLC vigilará las condiciones de seguridad, en caso de haber alguna petición de emergencia o falla en el sistema de seguridad, la línea se detendrá de inmediato y se deberá corregir el problema para poder continuar con el proceso hasta concluirlo.

CAPÍTULO I

Diseño de la estructura de las barreras de seguridad.

1.1 Introducción

El primer paso en cualquier operación de máquinas es reducir los riesgos en el trabajo tanto como sea posible, para asegurar una producción continua y mantener la seguridad y salud del trabajador dentro de un margen aceptable y un daño mínimo al equipo.

A veces no es suficiente con poseer el conocimiento técnico para proteger al trabajador de una lesión. Si estas precauciones no son suficientes las consecuencias pueden ser bastante serias.

Cuando un trabajador se lesiona durante la operación de un equipo o maquinaria, la capacidad de producción y los costos de operación se afectan negativamente. Un diseño pobre o deficiente de las guardas de protección o sin guardas en la maquinaria y equipo, o equipos sin vigilancia siempre serán una amenaza constante para el bienestar de los trabajadores y para la capacidad de producción. Una lesión puede separar al operador de su trabajo por un periodo largo o en algunos casos permanentemente. El operador debe ser reemplazado para que el departamento continúe trabajando, aun si una persona calificada es transferida de un departamento a otro, o si se requiere una nueva contratación. Reclutar y entrenar al trabajador idóneo lleva tiempo y dinero.

Las guardas de protección son un factor crítico para el control de riesgos y prevención de accidentes. No importa cuánto entrenamiento y experiencia tenga el trabajador, nadie puede permanecer todo el tiempo atento en el trabajo en todo momento.

También, algunas máquinas se ven engañosamente fáciles de operar y el supervisor podría utilizar trabajadores semicapacitados o sin capacitación para su operación, y los resultados pueden ser desastrosos en términos de lesiones, daños al material o a las máquinas.

Los supervisores deben entender completamente los principios de seguridad de la maquinaria y comunicarlo a los trabajadores.

1.2 Los principios de guardas de seguridad: guardas, dispositivos y distancia segura.

Frecuentemente se piensa que las guardas de seguridad sólo conciernen a los puntos de operación o transmisión de fuerza. Aunque las guardas sólo se requieren en las áreas de riesgo, este proceso también previene lesiones por otras causas, o ambas ya sea sobre o en el perímetro de la máquina por material dañado que salga disparado.

El punto de operación es aquel donde el trabajo se lleva a cabo, o donde se transforma el material (es decir, corte, barrenado, afilado, desbastado o molido). El punto de operación debe ser protegido por guardas (barreras físicas que prevengan el acceso al trabajador y a los demás al punto de operación) o por medio de dispositivos (un mecanismo o control diseñado para proteger el punto de operación). Las guardas pueden incluir dispositivos cerrados, barreras fijas, barreras ajustables, barreras con interlocks. Los dispositivos pueden incluir control a 2 manos, sensores de presencia, barreras móviles controles pullback o dispositivos restrictivos.

Cuando se menciona que una máquina debe contar con guardas de protección para evitar lesiones o accidentes, nos referimos a que se deben tomar medidas preventivas para la colocación de protecciones en la línea, pero ¿En dónde? ¿De qué modo? ¿Qué requisito deben cumplir? Es en este punto donde se acuden a documentos de apoyo como son los estándares internacionales que cuentan con la aprobación y certificación de métodos y modos de trabajo que aseguran un funcionamiento confiable si se cumplen adecuadamente.

Para el diseño, colocación, habilitación de guardas de protección en una máquina se cuenta con el siguiente estándar:

1.2.1 Alcance:

ASME B15.1

Safety Standard for Mechanical Power Transmission Apparatus

Los requisitos de este estándar se aplican a cualquier fuente de peligro para las personas por la operación de aparatos de transmisión de potencia mecánica en máquinas, equipos o sistemas que son estacionarios en su uso, además del punto de operación. Este estándar se aplica a las fuentes de energía mecánica, y también a las poleas, engranajes y otros componentes mecánicos utilizados para transmitir energía al punto de operación. Cuando otras normas tengan prioridad por referencia específica al aparato de transmisión de potencia, esta norma B15.1 no se aplicará.

Las guardas de barreras deben prevenir lesiones de las siguientes fuentes:

1. Exposición directa a partes de la máquina móviles –aunque sean puntos de operación (prensas, cizallas, centros de maquinado, procesadores de madera) o mecanismos de transmisión de fuerza (engranes, poleas, partes deslizantes o coples).
2. Trabajo en proceso: por ejemplo, piezas de madera que rebotan de la sierra, o rebabas que salen de una operación de maquinado.
3. Falla de una máquina, como resultado de la falta de mantenimiento, un sobreesfuerzo en la máquina, fatiga de un metal o uso inadecuado.
4. Falla eléctrica, la cual causa un funcionamiento incorrecto o descarga eléctrica o quemaduras.
5. Falla de operación causada por falta de conocimiento instrucción o capacitación, operación insegura, fatiga, etc.

Otros factores que afectan son: la actitud de la persona y habilidad para concentrarse. Por ejemplo, los trabajadores hábiles con problemas emocionales no ponen atención a la producción o no dan su mejor esfuerzo.

1.3 Prevenir riesgos antes de un incidente

La prevención de riesgos es el principio fundamental de prevención de incidentes y no está limitado a la máquina. Cuando se observa un área de producción desde el punto de vista de la prevención contra todo riesgo, se podrán enlistar muchas fuentes potenciales de lesiones que deben ser protegidas con barreras, barandales, tapetes, jaulas u otros medios. Mientras se enlistan, interruptores eléctricos, motores, escaleras plataformas, talleres, se debe preguntar, ¿puede ocurrir un accidente aquí o allá? En la Figura 1.1 se enlistan algunos tipos de guardas y sus pros y contras.

TIPOS DE GUARDAS	ACCION DE LA GUARDA	VENTAJAS	LIMITACIONES	MAQUINAS TIPICAS DONDE SE USAN
Barreas simples o enjauladas	Permite mover los accionamientos pero no las manos en áreas de peligro	Proporciona una seguridad total. Mantiene las manos fuera de peligro, fácil de instalar, ideal para prensas mecánicas de corte con alimentación manual o semiautomática	Limitado a operaciones específicas. Requiere de herramienta especial para removerlas. Interfiere la visibilidad	Rebanadores de pan picadoras de carne, procesado de textiles y papel, prensas mecánicas
Barreras de seguridad ajustables	Permite utilizar las manos pero impide llegar hasta la zona de peligro	Las guardas robustas hacen más segura la máquina, no interfieren con la producción, se pueden ajustar a la cantidad de producción.	Las manos pueden entrar en zonas de peligro. Existe peligro si no se utilizan, requieren de ajuste constante y un mantenimiento especial.	Sierras circulares sierra de cinta, cortadores de tela, trituradoras de piedra, cortadoras de madera.
Barreras de control electromecánico o freno eléctrico	Barreras que se detienen de inmediato previenen lesiones si alguna parte del cuerpo esta en un área de peligro	Barreras robustas maquinas más seguras no interfieren con la producción	Requieren ajustes especiales y mantenimiento. Posibilidad de lesiones menores, y el operador la puede deshabilitar	Molinos de caucho prensas mecánicas, planchadores de rodillos.
Jaulas con enclavamiento eléctrico o mecánico tipo interlock	Guardas que se desactivan y desactivan, la máquina no permiten la puesta en marcha cuando están abiertas. Accionamientos a control remoto	No interfiere con la producción, las manos están libres. La operación de las guardas es automática, provee una seguridad completa	Requiere ajuste y mantenimiento especial, el operador puede deshabilitarla, no hay protección en el caso de repeticiones mecánicas	Mezcladoras, fundidoras, secadoras, prensas mecánicas, maquinas textiles.

Fig. 1.1
Protección de los puntos de operación

1.4 Beneficios de las guardas

Cuando los operadores están preocupados por sufrir una lesión, o quedar atrapados por piezas móviles, no ponen atención a su responsabilidad en la producción. Pero cuando sus temores se van, se pueden concentrar en la operación y a menudo son más productivos.

Cuando las partes móviles están expuestas, objetos ajenos pueden caer en ellas y quedar atrapadas y dañar la maquina o materiales procesados. Unas guardas bien diseñadas aseguran que se puedan prevenir accidentes y hacer segura la producción.

1.5 Requisitos de una guarda de seguridad

Para el diseño de una efectiva guarda de seguridad, que esté construida para el uso continuo deberá cumplir con cierto desempeño y estándares de diseño. Si la empresa no cuenta con profesionales de la seguridad, deberá recurrir a personal calificado en seguridad. Aquí se presentan algunos puntos generalmente aceptados, así que una guarda de seguridad deberá de:

- 1.- Cumplir o exceder las normas vigentes
- 2.- Ser considerada parte permanente del equipo o máquina

- 3.- Permitir la máxima protección para los operadores y permitir el mantenimiento reparación y servicio y restringir el paso de personas ajenas al proceso.
- 4.- Prevenir el acceso a zonas peligrosas y puntos de operación (riesgo creado por partes móviles de maquinaria o equipos).
- 5.- No debilitar la estructura de la máquina.
- 6.- Preferible que las guardas no interfieran con la eficiencia de la máquina
- 7.- Estar diseñada para el trabajo específico y parte específica de la máquina (deben estar previstas para lubricar, ajustar, inspeccionar y reparar la máquina)
- 8.- Resistente al fuego, corrosión. Fácil de reparar
- 9.- Suficientemente resistente para el uso normal y golpes y durable para funcionar por largos periodos con mínimo mantenimiento.

- 10.- Que no sea fuente de un riesgo adicional como bordes afilados, superficies con astillas u otra fuente de lesiones. Las guardas deberán bloquearse con los movimientos de las máquinas, o no permitir la puesta en marcha si no está en su lugar.

1.6 Características de la protección perimetral

La construcción de las barreras para la línea Slitter se hizo protegiendo el perímetro de la máquina que es el riesgo inmediato que se tiene de que algún trabajador propio o ajeno al proceso tenga contacto con alguna parte móvil de la máquina. La seguridad perimetral de la línea la constituye 75 metros de malla tramada en acero galvanizado enmarcada en PTR cedula 20 de 1.5 pulgadas, este material es resistente a la corrosión, permite una visibilidad del proceso en todo momento, la altura de estas barreras es de 2.2 metros y dificulta que alguna persona quiera escalarla. Los marcos están soportados por PTR's anclados al piso por taquetes expansivos de 3/8 de pulgada. Este material soporta el movimiento de las puertas de acceso y su uso continuo, todo este material es libre de mantenimiento.

1.7 Dispositivos automáticos de protección

Se pueden utilizar dispositivos de protección automáticos, que están sujetos a ciertas restricciones, cuando una barrera fija o móvil con interlock no es práctica. El dispositivo debe prevenir que el operador entre en contacto con las partes peligrosas de la máquina cuando está en movimiento, o debe detener la máquina en caso de peligro.

Un dispositivo automático funciona independientemente del operador, esta acción debe de repetirse durante todo el movimiento de la máquina. La ventaja de este tipo de dispositivos es que se disparan después de que el operador, manos o cuerpo han sido movidos a la zona de peligro.

Un dispositivo de protección automática es normalmente operado por la propia máquina a través de un sistema de palancas o electrónicamente. Existen muchas variantes. Pueden estar restringidos a dispositivos manuales o relés fotoeléctricos.

Los dispositivos pull-back están unidos directamente a las manos o brazos del operador o al embolo de una prensa, así las manos o brazos del operador saldrán de la zona de peligro cuando el embolo baje ver la Figura 1.2

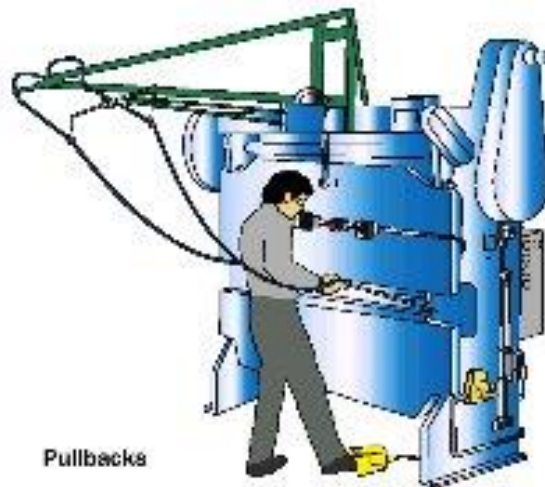


Fig 1.2
Dispositivo Pull-back

Estos dispositivos deben ser instalados y ajustados para cada operador, y reajustados en cada cambio de modelo de pieza, así que se deben de ajustar adecuadamente para alejar las manos del operador en la zona de peligro.

Todos los dispositivos de control electrónico (p.e. control a 2 manos) para prensas están hechos para realizar la misma función, cuando se desactivan, interrumpen la energía a la prensa o desenergizan la máquina (o solo si un pulsador de 2 ha sido presionado). Los dispositivos de seguridad electrónicos son efectivos para prensas con embragues neumáticos, hidráulicos o de fricción.

Para que funcione, el dispositivo electrónico debe operar en un circuito cerrado. La interrupción de la corriente automáticamente previene que la prensa reinicie.

Muchas de las lesiones han ocurrido debido a un ajuste inadecuado o por desgaste o porque necesitan reparación.

Una de las ventajas de los dispositivos electrónicos es que no tienen mecanismos frente al operador. Particularmente ventajoso en prensas grandes.

Los dispositivos ópticos deben instalarse lo suficientemente lejos de la zona de peligro, así el embolo podrá detenerse antes de que el operador consiga pasar su mano a la zona de peligro. Un número mínimo de sensores ópticos pueden cubrir un área como una cortina óptica.

1.8 Automatización

Automatización un término a veces mal utilizado, está definido en este capítulo como la mecanización de procesos mediante el uso de equipos de control adecuados.

La automatización ha minimizado los riesgos asociados con el movimiento manual hacia adentro o fuera de las máquinas o de una máquina a otra. También ha minimizado la generación de hernias o lesiones de la espalda y pies.

Sin embargo la experiencia muestra que quienes trabajan con equipos automatizados, deben estar muy bien capacitados en seguridad para evitar accidentes. Muchas de las lesiones en dedos y manos son el resultado de la exposición del operador a trabajos de carga y descarga de la máquina. El uso de una protección adecuada en las manos reduce el riesgo de una lesión.

Mucha de la innovación en la automatización ha traído beneficios pero también riesgos porque cada operación automática depende de otras y una falla en la máquina debe corregirse de inmediato. También el tiempo de reacción es importante, los trabajadores de mantenimiento están expuestos invariablemente a estos riesgos, por eso es obligatorio contar con una política donde las máquinas, equipo y procesos deban de ser completamente aislados y asegurados de la fuente de alimentación. Y esta deba ser aislada y bloqueada antes de dar servicio a una máquina. Un procedimiento de candado deberá documentarse y seguirse cuidadosamente. La automatización también ha incrementado el uso de estilos de bloqueo.

1.9 Automatización de la línea Slitter

Para la automatización de las seguridades en la línea Slitter, se instalaron 7 puertas de acceso para el ajuste y puesta a punto antes de su operación en modo automático. En las 7 puertas de acceso se colocaron interlocks electromecánicos, estos interlocks de la marca Euchner, funcionan de la siguiente manera; el interlock mecánico se activa mediante un pasador especial que al ser introducido en su ranura, cae un pasador que evita pueda ser retirado hasta que una bobina eléctrica pueda ser energizada, durante estos movimientos, tanto de bloqueo como de desbloqueo, son activados 2 platinos simultáneamente uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado, y estos platinos nos van a monitorear el estado del interlock electromecánico, si es que se encuentra abierto o se encuentra cerrado.

Para el monitoreo de estos platinos y para activar y desactivar la bobina que libera la traba del interlock, se coloca la Figura 1.3. Se observa a la derecha el mecanismo de traba, en la primera figura se encuentra la lengüeta o seguro del interlock dentro, en la Figura 1.3 se activa la bobina del interlock y la rueda que

presenta las muescas puede girar en sentido de las manecillas del reloj y la lengüeta puede ser extraída, en la última figura la lengüeta es extraída y se observa que esta misma puede ser colocada en forma vertical para su extracción, realizando la misma operación.

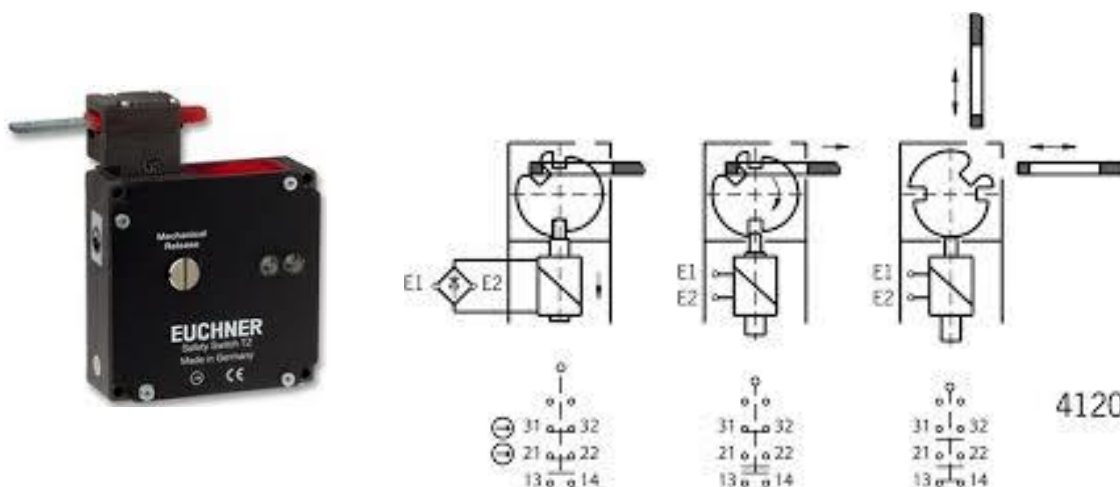


Fig. 1.3
Interlock de seguridad y mecanismo de funcionamiento

Este mecanismo se encuentra instalado en las 7 puertas que conforman la seguridad perimetral de la línea Slitter.

Los trabajadores que realizan sus actividades en las máquinas pueden contribuir a los esfuerzos en seguridad, este es un beneficio adicional a los programas de seguridad, se alimenta la autoestima de los trabajadores, en especial cuando son consultados antes de su instalación.

Los trabajadores a menudo tienen buenas ideas que contribuyen a la seguridad y economía en su área, aun si no tienen sugerencias, los trabajadores se sentirán satisfechos por haber sido consultados acerca de la seguridad en su trabajo. Como resultado tomarán gran interés en el proyecto y serán menos renuentes a remover las guardas o barreras. Finalmente, un programa adecuado de guardas de protección ayudará a reducir lesiones. Las propias guardas de protección ayudan a asegurar el cumplimiento de las regulaciones y leyes laborales.

A menudo se piensa que las guardas están relacionadas solo con el punto de operación o con los medios de transmisión de potencia. Sin embargo, las guardas también evitan incidentes de contacto directo con partes móviles expuestas, del trabajo en proceso, falla de la máquina, falla eléctrica, y error del operador o humano. Los principales beneficios de las protecciones son la reducción de la posibilidad de lesiones y mejora de la producción.

Muchos de los dispositivos de seguridad, así como barreras, cerrojos y herramientas, han sido desarrollados para proteger a los operadores de máquinas. Los estándares OSHA y ANSI presentar directrices detalladas para salvaguardar tales máquinas y equipos. Establecer métodos efectivos para salvaguardar las transmisiones de energía es más fácil que proteger los puntos de operación porque las transmisiones de potencia son más estandarizadas.

CAPÍTULO II

Descripción de la arquitectura de la red.

2.1 Introducción

Con la introducción de la EN ISO 13849-1 se establecen nuevos requisitos de procedimiento también para el diseño de las máquinas. La configuración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad es un proceso iterativo que se desarrolla en varios pasos.

Paso 1: Definición de los requisitos para las funciones de seguridad

Este es el paso más importante. En primer lugar, hay que definir las características requeridas de las funciones de seguridad. Un dispositivo de puerta protectora de una máquina debe desconectar los movimientos peligrosos, por ejemplo, al abrir la puerta protectora. Mientras la puerta protectora esté abierta no puede ser posible que se ponga de nuevo en marcha.

Paso 2: Determinación del nivel de prestaciones requerido (PL)

Cuanto mayor es el riesgo, más exigentes son los requisitos del sistema de control. La aportación de la fiabilidad y la estructura puede variar según la tecnología utilizada. La gravedad de una situación peligrosa se clasifica en cinco niveles que van de "a" a "e". Con "a", la aportación de la función de control a la reducción del riesgo es baja, con PL "e", es alta. A partir del gráfico de riesgos se determina el nivel de prestaciones requerido (PL_r) para la función de seguridad anterior.

Gravedad de la lesión (S)

S1 = lesión leve (normalmente reversible)

S2 = lesión grave (normalmente irreversible) incluyendo la muerte

Frecuencia o tiempo de exposición al peligro (F)

F1 = raro a bastante frecuente o tiempo de exposición corto

F2 = frecuente a continuo o tiempo de exposición largo

Posibilidades de evitar el peligro (P)

P1 = posible bajo determinadas circunstancias

P2 = apenas posible

2.1.1 Evaluación del riesgo.

El Performance Level (PL) es un valor discreto usado para definir la capacidad de las partes del sistema de mando relativas a su fiabilidad para implementar una función de seguridad bajo las condiciones previstas.

La determinación del Performance Level Requerido (PLr) se realiza según lo establecido en la norma ISO 13849-1.

Cuanto mayor es el riesgo, más exigentes son los requisitos de los sistemas de control. La situación de peligro se clasifica en cinco niveles, denominados niveles de prestaciones (PL), de PL "a" (bajo) a PL "e" (alto) como se observa en la Figura 2.1. El PL requerido se determina y asigna en el marco de la evaluación del riesgo según EN ISO 13849-1.

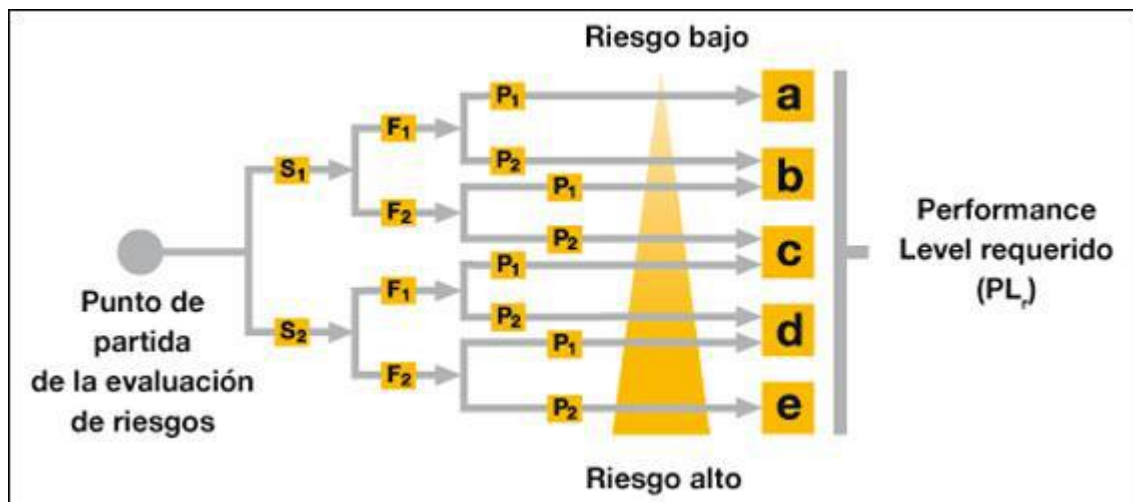


Fig. 2.1
PL Performance level

Dónde:

Severidad

- S1 = herida leve (normalmente reversible)
- S2 = herida grave (normalmente irreversible), incluida la muerte

□ Frecuencia

- F1 = rara vez a frecuente y/o poco tiempo
- F2 = a menudo a continuamente y/o mucho tiempo

□ Probabilidad

- P1 = posible en determinadas circunstancias
- P2 = raramente posible

Después de este paso se procede a diseñar las implementaciones de seguridad que reduzcan el nivel de riesgo para para cada momento de máquina, teniendo en cuenta el P_L respectivo.

Hay medidas de reducción de riesgo que van dirigidas al diseñador de máquinas y que, si son abordados desde una máquina existente, pero en otras no podrán ser aplicados.

Para el diseño se adoptarán los siguientes criterios:

- Eliminar o reducir la exposición al peligro al máximo permitido.
- Reducir la probabilidad y gravedad.
- Utilizar las guardas y los dispositivos de seguridad.
- Determinar que las características de rendimiento y funcionales de las medidas de seguridad son adecuados para la máquina y su uso.

Una vez que se conoce el P_L requerido, el siguiente paso es la selección de la categoría de arquitectura. Las categorías arquitectónicas básicas (ver Figura 2.2) se introdujeron inicialmente en EN 954 - 1: 1996 [12]. Las categorías se mantuvieron sin cambios en la primera edición de ISO 13849-1 en 1999. Las categorías se mantuvieron y se expandieron para incluir requisitos adicionales en la segunda y tercera edición en 2005 y 2015.

Categoría	Estructura	Requerimientos básicos	Principio de seguridad
B	Un canal	Se cumplen las condiciones básicas del circuito (es decir, los componentes están clasificados para el voltaje y la corriente del circuito, etc.) Uso de componentes diseñados y construidos de acuerdo con las normas de componentes relevantes.	Selección de componentes
1	Un canal	Categoría B más el uso de "componentes probados" y "principios de seguridad probados"	Selección de componentes
2	Un canal	La categoría B más el uso de "principios de seguridad probados" y las pruebas periódicas [1, 4.5.4] de la función de seguridad por parte del sistema de control de la máquina	Estructura del sistema
3	Dos canales	La Categoría B más el uso de "principios de seguridad probados" y ninguna falla única conducirá a la pérdida de la función de seguridad. En la medida de lo posible, se detectarán fallas únicas.	Estructura del sistema
4	Dos canales	La Categoría B más el uso de "principios de seguridad probados" y ninguna falla única conducirá a la pérdida de la función de seguridad. Las fallas únicas se detectan en o antes de la siguiente demanda del sistema de seguridad, pero cuando esto no sea posible, una acumulación de fallas no detectadas no conducirá a la pérdida de la función de seguridad.	Estructura del sistema

Fig. 2.2
Categoría de arquitectura según P_L requerido

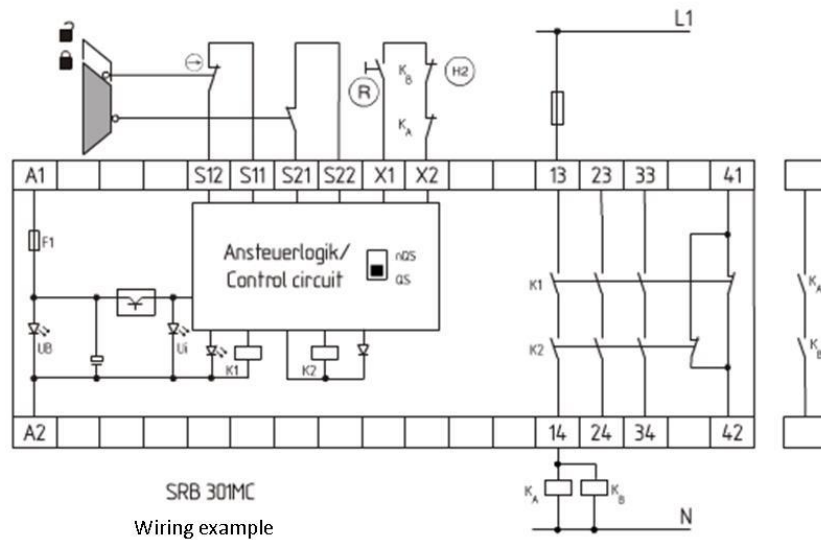


Fig. 2.3
Ejemplo de un circuito de seguridad a 2 canales

La línea Slitter viene equipada desde su diseño original con paros de emergencia ubicados en cada uno de los pupitres de control con los que cuenta la línea. Estos paros de emergencia son pulsadores con enclavamiento tipo hongo, que solo son activados manualmente por el operador o personas auxiliares cuando ven un peligro inminente a alguna persona o parte de la instalación o al proceso mismo.

La línea Slitter procesa material de modo automático, esto es que el operador y un auxiliar realizan ajustes previos como alimentar la línea con el material a procesar y realizan el ajuste de los discos de corte de lámina según se requiera. Y cuando la línea esta lista el operador pone la maquina en modo automático y la línea trabaja sola y el operador sólo vigila que el proceso de corte en automático se lleve a cabo correctamente.

Durante el trabajo en modo automático el operador solo vigila el corte del material, pero para una línea que mide más de 20 metros y que no posee ningún tipo de restricción para su acceso, la hace peligrosa para la gente que no está familiarizada con su operación.

De esta última condición que la línea presenta, es un riesgo que no tenga ningún tipo de restricción cuando opera en modo automático, y esta es la razón de la No Conformidad.

2.2 Etapas del proceso de corte en la línea Slitter

El proceso de corte básicamente se divide en 6 etapas y se describen en el siguiente diagrama SIPOC en la Figura 2.4:

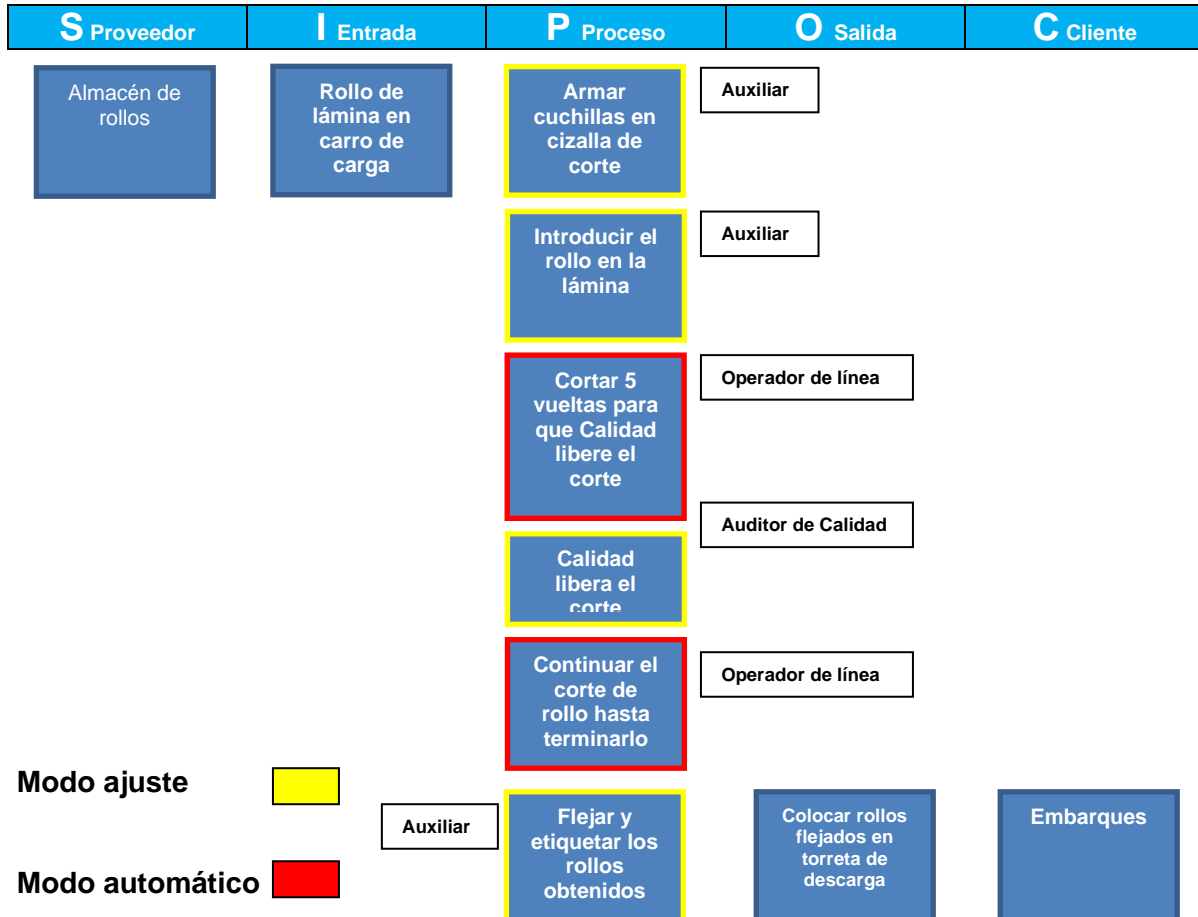


Fig. 2.4
Vista general del proceso de corte en la línea Slitter

El operador de la línea es el responsable de todo el proceso

El auxiliar de la línea es el ayudante del operador

Inspector de Calidad es la persona que da el visto bueno al corte y libera el proceso

Del diagrama SIPOC de la figura 2.4 se observa que existen 2 condiciones en la operación de la línea, la condición de ajuste y la condición de automático, en la condición de ajuste se requiere el acceso a la línea por parte del auxiliar del operador, el operador de la grúa y una persona del departamento de Calidad. Por lo tanto, se debe tener acceso a la línea en algunas áreas clave, como son el desenrollador, la cizalla circular y el enrollador, por consiguiente, se deberá contar

con guardas de seguridad que puedan removerse y colocarse de manera fácil, lo que nos lleva por definición de guardas removibles, a colocar puertas de acceso, Ver la Figura 2.5

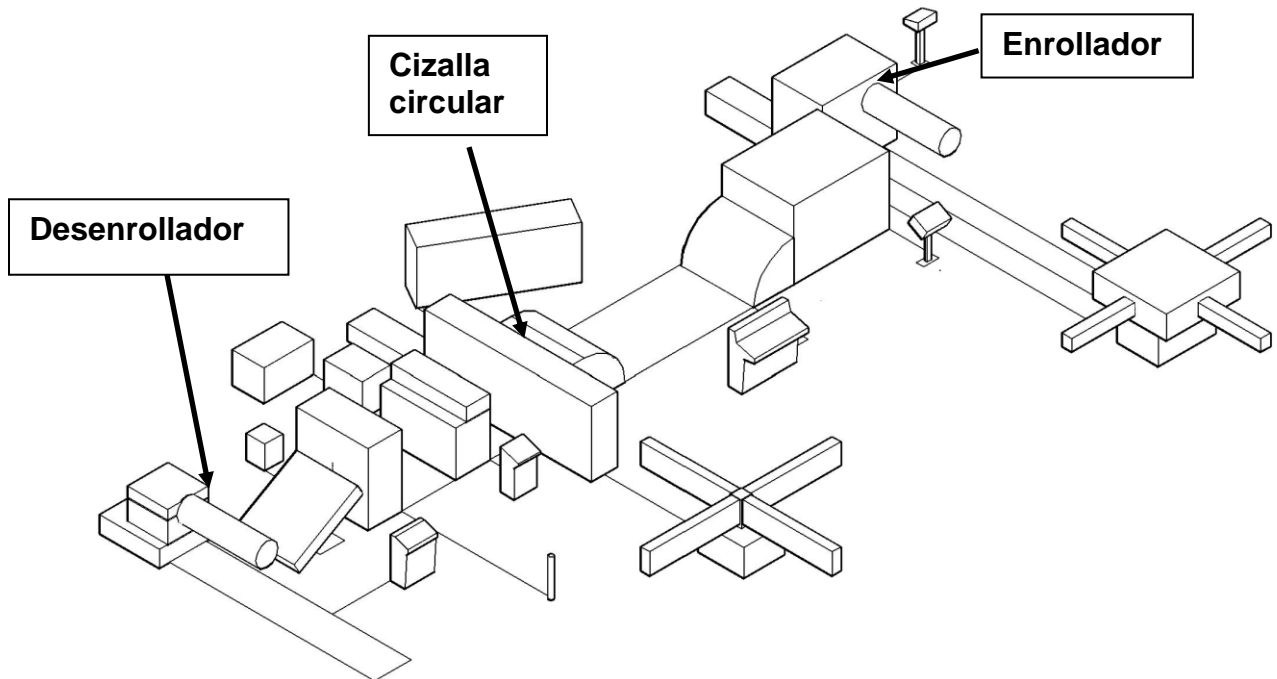


Fig. 2.5
Áreas clave de la línea Slitter

2.3 Colocación de puertas

La colocación de puertas facilita la operación de colocar y remover una protección que restringe el paso de personas a la línea, también estandariza su funcionamiento y la seguridad de las personas se hace de modo intuitivo.

Como los accesos deben también cumplir con la función de facilitar el acceso al personal de mantenimiento igualmente en lugares estratégicos, se determina que deberán ser 7 las puertas de acceso a la línea.

-Definición de puerta de seguridad-

Las **medidas de protección**- Se utilizan guardas para proteger a las personas de los peligros que no pueden ser eliminados o de riesgos que no son suficientemente reducidos por medio de consideraciones de diseño seguro.

Colocación de una cortina óptica

En la etapa 6 del proceso, el auxiliar del operador necesita sacar el rollo procesado, en este punto un carro que se desplaza transversalmente a la línea, saca el rollo del enrollador para depositarlo en la torreta de descarga, el peso promedio de un rollo es de 20,000 Kg, su longitud de 1.6m y su diámetro de 1.8m. Esta misma zona está destinada para la etapa 5 del proceso, cuando el inspector de Calidad debe entrar y salir para la revisión, y para que el auxiliar del operador le coloque fleje al rollo antes de removerlo.

Para montar una puerta de acceso de dimensiones tan grandes como 2 metros de ancho resulta complicado para colocar y remover. Y el material para fabricar una puerta de estas dimensiones y que al mismo tiempo fuese ligera, la convertiría en una puerta incómoda para abrir por el ángulo de barrido de 90 grados que se requiere para removerla, y si se fabricara en 2 hojas, el tratar de empatar el seguro que vigile que esté cerrada sería más difícil de colocar.

Para hacer más ágil el proceso, se decide la colocación de una cortina óptica que no requiere removerse, no requiere de colocarle seguros ni requiere de mantenimiento y puede habilitarse y deshabilitarse de manera automática, esto para que opere junto con las puertas que requieren de un seguro electromecánico. En las etapas 4 y 6 es necesario mantener restringido el acceso a la línea a toda persona, por lo que se decide que la instalación de interruptores de seguridad electromecánicos a cada una de las 7 puertas de acceso a la línea y una cortina óptica será lo más adecuado para un funcionamiento práctico y seguro.

2.4 Habilitar puertas con interruptores de seguridad

Los interruptores de seguridad tienen la tarea de prevenir la operación de una máquina en caso de un riesgo potencial. Esta tarea está definida en el estándar ISO 14119:2013 (Safety of machinery, interlocking devices associated with guards. Principles for design and selection) Para este propósito el circuito de seguridad debe abrirse por el interruptor de seguridad. Los interruptores de seguridad son elementos del dispositivo de bloqueo (Type-B2 standards on safeguards (e.g. two-hand controls, interlocking devices, pressure-sensitive devices, guards);).

En este contexto, un dispositivo de bloqueo es, por ejemplo, la interrupción de la operación de la máquina si una puerta de seguridad es abierta (el estado stop de la máquina es bloqueado), es decir un arranque no intencionado está prevenido.

En relación con las guardas de seguridad móviles, significa que si la puerta de seguridad es abierta, la máquina o el sistema no pueden ser operados si la máquina o sistema pueden producir un riesgo. Por esta razón el interruptor de seguridad para una guarda de seguridad debe ser agregado para que un funcionamiento defectuoso no sea ejecutado. Los interruptores de seguridad no deben ser manipulados o puenteados.

La característica más importante de un interruptor de seguridad es que tenga al menos un contacto normalmente cerrado (NC) operando positivamente. El

switchero de los contactos debe ser separado por un mecanismo operado positivamente cuando una guarda de seguridad es abierta.

2.4.1. Interruptores de seguridad con actuador separado

En los interruptores de seguridad con actuador separado como el que se observa en la Figura 2.6, el elemento actuador es separado del interruptor y es fijado a la parte móvil de la guarda de seguridad a monitorear. Cuando la guarda de seguridad está cerrada el elemento actuador es insertado dentro del interruptor. El interruptor de seguridad solo puede activarse utilizando el elemento actuador con la forma específica. El elemento de switchero es cerrado insertando en elemento actuador en la cabeza del interruptor. Los contactos positivamente activados se abren con la aplicación positiva de forzarlo cuando el elemento actuante es removido, aun si los contactos se quedaran pegados en la posición abierta, la maquinaria o sistema se bloquearía contra un arranque.

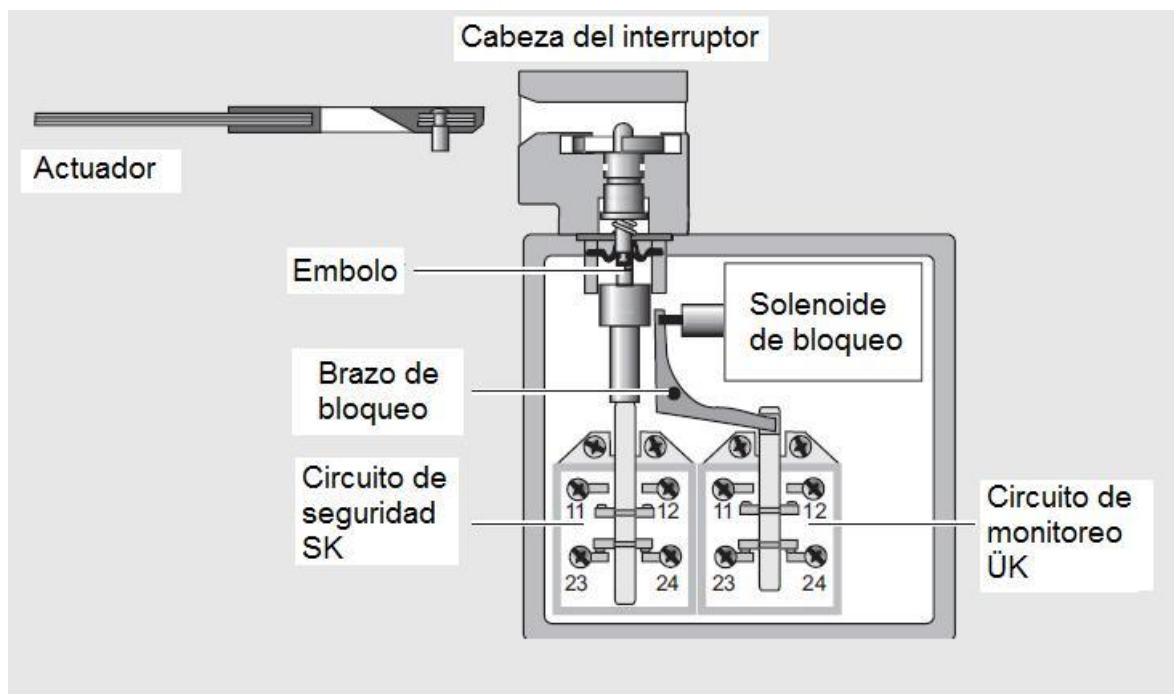


Fig. 2.6
Interruptor de seguridad con actuador separado Euchner

SK

La posición del elemento interruptor SK depende de la posición del actuador o de la guarda de seguridad. Esto significa que los contactos SK son activados positivamente solo si el actuador está dentro de la cabeza del interruptor.

ÜK

La posición del elemento interruptor ÜK depende de la posición del actuador o de la guarda de seguridad y la posición del solenoide o la guarda, ambas actuadas positivamente cerraran los contactos si la guarda está cerrada y el actuador en la cabeza del interruptor correspondiendo con la posición del solenoide.

La apertura de una puerta se hará energizando el solenoide de bloqueo del interruptor de seguridad asociado a esta misma puerta, es decir, la puerta tiene fijado el elemento actuador como si fuese el picaporte, y la chapa que es la parte fija tendrá el interruptor de seguridad. Y el mecanismo funcionará de la siguiente manera:

Para cerrar la puerta, se deberá insertar el elemento actuador en la cabeza del interruptor, y los contactos conmutarán de acuerdo a la posición en que se encontraban con anterioridad.

Para abrir la puerta, se deberá primero activar el solenoide de bloqueo para mover el brazo de bloqueo y poder extraer el elemento actuador (ver Imagen 2.2) esto quiere decir que necesitamos tener activado el solenoide para extraer el elemento actuador, de otro modo no se podrá extraer, y primero conmutarán los contactos ÜK cuando se activa el solenoide, y los contactos SK se activarán hasta que se extraiga el elemento actuador.

Para activar el solenoide y abrir la puerta, solo es necesario alimentar con voltaje al solenoide, esto se puede hacer mediante un pulsador. Cuando se activa un botón pulsador, se cierra un contacto normalmente abierto (NO) y el voltaje llega hasta el solenoide energizándolo y moviendo el brazo de bloqueo del paso del embolo y así permitir la extracción manual del elemento actuador.

Para cerrar la puerta sólo será necesario deslizar el elemento actuador dentro de la cabeza del interruptor. Los contactos dentro del interruptor de seguridad permiten monitorear si esta colocado el elemento actuador o no, esto determina si la puerta está abierta o no. Debido a esta característica de los interruptores de seguridad, nos permite hacer un circuito eléctrico de seguridad donde los contactos forman parte de la lógica de seguridad de la máquina, y de este modo vigilar y asegurar que las puertas se encuentren abiertas o cerradas.

2.4.2 Cortina óptica de seguridad

Las cortinas ópticas de seguridad son dispositivos ópticos que funcionan con una unidad emisora que para fines prácticos es básicamente una lámpara infrarroja y una unidad receptora que son montadas una opuesta a la otra y que vigila que la luz de la lámpara no se interrumpa y si se interrumpe envía una señal de aviso a través de un circuito eléctrico.

La resolución es una característica de las cortinas ópticas, que define el uso para el que estará destinado; es decir, si la aplicación de la cortina es proteger los dedos de un operador la resolución es la máxima, si se busca proteger las manos, la resolución será media y si se protege el acceso de personas, la resolución será mínima. Junto a esta característica de la resolución va también el tamaño de las cortinas.

La última característica es la categoría 2 y 4, que define el grado de seguridad para el que está destinado. La categoría indica que el equipo debe cumplir con estándares de redundancia, autodiagnóstico y diversidad en la instalación de los componentes.

Para el caso que se aborda aquí, la cortina óptica que se utilizará será categoría 4.

La cortina óptica de seguridad requiere de un módulo especial, el que memorizará el estado de operación si esta fue o no bloqueada. En caso de haber sido bloqueada, el módulo deberá ser rearmado mediante un pulsador para que permita que el circuito de seguridad del que se encuentra cableado continúe con su función de monitoreo.

Este tipo de cortinas ópticas posee 2 salidas positivas de voltaje a 24 volts, estas salidas pasan a 0 volts cuando la cortina se encuentre bloqueada, debido a esta característica se debe memorizar en un módulo software o memoria de remanencia que la cortina ha sido bloqueada para permitir al circuito de seguridad desarmarse y en caso de una condición de riesgo, permitir que la máquina pase a un estado seguro si alguna persona ha intentado ingresar al área de riesgo.

Para hacer la petición de la apertura de una puerta de seguridad, se dotará a cada puerta de una botonera, la cual incluirá un botón pulsador para poder abrir la puerta y un paro de emergencia para ser utilizado en caso de una urgencia de parar la máquina, como se ve en la Figura 2.7.

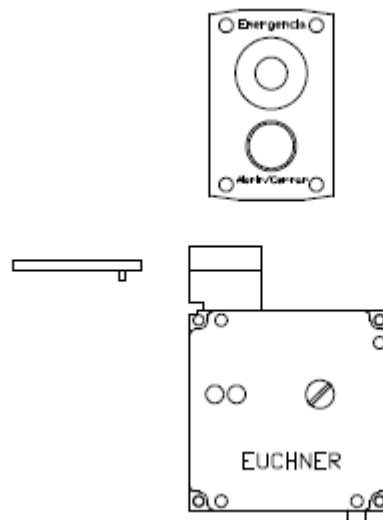


Fig. 2.7

Interruptor de seguridad y botonera en cada puerta

La petición de abrir la puerta no es una condición de seguridad, por lo que se conecta solo un contacto normalmente abierto. Para la condición del paro de emergencia, se deberá cablear 2 contactos normalmente cerrados (NC), esto se hace por norma.

2.5 Como elegir la arquitectura de control de seguridad correcta

Cada vez los sistemas de control de seguridad se hacen más comunes en entornos industriales, mas clases de soluciones están disponibles. Esto permite controles de seguridad más precisos para aplicaciones específicas, pero también hace la elección de los sistemas de control más difícil. El punto es entender cuál de estas arquitecturas está disponible y que aplicación es la mejor para esta arquitectura, y el costo involucrado.

Estos tópicos se deberán tomar en cuenta para el diseño de sistemas de control de seguridad.

¿Qué hay disponible?

Una variedad de arquitecturas están disponibles con las cuales construir un sistema de control de seguridad apropiado.

- **Sistemas componentes:** el sistema más básico consiste en un dispositivo de control y un dispositivo actuador (Ejemplo: botón paro de emergencia que abre la bobina de un relé de seguridad). Estos sistemas ofrecen la más rudimentaria funcionalidad y son la solución más efectiva en costo para aplicaciones de bajo riesgo.
- **Sistemas de relevadores de seguridad dedicada:** son llamados así porque requieren de cableado adecuado para una aplicación específica de control, los sistemas de relevador de seguridad dedicada están diseñados para ser una interface específica en componentes de seguridad. Algunos utilizados para paros de emergencia y otros para aplicaciones especiales como cortinas ópticas.

Muchos de los sistemas de relevador de seguridad dedicada desempeñan funciones lógicas simples, como timers y funciones muting, mientras es monitoreado el desempeño de los sistemas de seguridad. Estos proveen diagnósticos básicos en el panel frontal vía LED's o lámparas indicadoras. Los sistemas de relés dedicados ofrecen un número pequeño de entradas y salidas (todas ellas digitales), que son ideales para aplicaciones de seguridad de mediano y alto riesgo.

- **Sistemas de relés de seguridad escalables.** Esta arquitectura relativamente nueva ayuda a cubrir la gama entre sistemas de relevador de seguridad dedicada y PLCs de seguridad, que ofrecen la posibilidad de escalar las entradas y salidas digitales conectando una base de modulo adicional, debido a que están basados en microprocesadores, también cuenta con funciones de diagnóstico incorporadas. Esto significa que

entregan estatus de error sobre una red de bus de campo a un panel de operador u otro dispositivo

- **PLCs de seguridad:** Los PLCs de seguridad ofrecen beneficios adicionales a la arquitectura de sistemas de seguridad. Quizás uno de los más grandes es la flexibilidad inherente a la programación. Modificar una aplicación es tan sencillo como cambiar el programa desde una Lap Top y descargarla en el controlador.

Los PLCs de seguridad ofrecen el más alto número de entradas/salidas en varios cientos de puntos si fuera necesario, también son la solución si se requiere de entradas y salidas analógicas. Los PLC's de seguridad son la solución por costo y efectividad para sistemas que requieren un gran número de puntos de entrada/salida, donde deben ser centralizados o distribuidos (sistemas de seguridad descentralizada están disponibles mediante el uso de redes de seguridad).

2.5.1 Elección de la aplicación de sistemas correcta

Hay que recordar que el tamaño y complejidad de la aplicación es importante para el desempeño y evaluación antes de diseñar la arquitectura de seguridad.

Rara vez hay un sistema que se adapte a cualquier aplicación. Pero a través de varias investigaciones el campo de opciones puede ser reducido significativamente. Últimamente algunos sistemas de control no cumplen con ciertas aplicaciones, y otros cuentan con un amplio rango de aplicaciones.

Por ejemplo si un sistema de seguridad requiere de un paro de emergencia y una puerta de seguridad en una máquina, entonces un relé de seguridad lo hará. Cuando el número de puntos de entrada/salidas no se ha determinado o puede incrementarse en un futuro, un sistema de relés modulares puede utilizarse, debido a que se puede agregar un módulo fácilmente, pero si se requiere un control a 2 manos o temporizador o control muting, la solución no son los relevadores escalables, y solo se podrá elegir entre relés de seguridad dedicada o un sistema PLC de seguridad.

Para aplicaciones de desconexión secuencial, que requieren de detener una maquina o proceso en un periodo predeterminado de tiempo, elegir entre relés de seguridad y un PLC de seguridad es la opción. Por ejemplo, los relés de seguridad sirven para uno o 2 pasos secuenciales. Pero si se requiere prevenir el acceso a un lugar de riesgo utilizando una guarda de seguridad, controlar el acceso con una desconexión secuencial, o más aún si se requiere pasos múltiples de desconexión y rampas de desaceleración como las aplicaciones para líneas transfer donde el material debe ser sacado antes de que la línea se desenergize, entonces la solución es un PLC de seguridad. Los PLCs de seguridad ofrecen ventajas debido a que proveen toda clase de seguridad a través de un software y la lógica del cableado es hecha de manera lógica.

2.6 Características de un PLC de seguridad

En 1998, la primera de siete partes de una norma internacional fue publicada para definir los requisitos para los sistemas electrónicos programables utilizados en las partes relacionadas con los sistemas de control de seguridad. Esta norma se conoce como EN/IEC 61508 "Seguridad funcional de sistemas eléctricos /electrónicos / electrónica programable" relacionados con la seguridad. Esta parte de siete estándares estaba impulsando la dirección para la futura evolución del PLC de seguridad.

Diferencias básicas de diseño

Hay tres diferencias fundamentales entre un PLC de seguridad y un PLC estándar en términos de arquitectura, entradas y salidas.

1.- Arquitectura

Un PLC estándar tiene un microprocesador que ejecuta el programa, una zona Flash que almacena el programa, la memoria RAM para hacer los cálculos, puertos de comunicación y E/S para detectar y controlar la máquina. En contraste, un PLC de seguridad tiene microprocesadores redundantes, y la memoria Flash y RAM están continuamente monitoreados por un circuito watchdog y un circuito de detección síncrona.

2.- Entradas

La entrada de un PLC estándar no provee un medio para probar la funcionalidad del circuito de entrada. En contraste, los PLC de seguridad tienen una 'salida' interna asociada a cada entrada con el propósito de probar los circuitos de entrada. Las entradas son activadas tanto en alto como en bajo en ciclos muy cortos durante el tiempo de arranque para verificar su funcionamiento.

3.- Salidas

El PLC estándar tiene un circuito de conmutación de salida, mientras que el circuito lógico de salida digital de un PLC de seguridad contiene un punto de prueba después de cada uno de los 2 switches de seguridad ubicados junto a la activación de la salida, y un tercero en la activación de la salida. Los 2 primeros switches están controlados por un único microprocesador. Si una falla es detectada en los 2 primeros switches o falla el microprocesador, o en la activación de la salida, el sistema operativo del PLC de seguridad reconocerá automáticamente una falla en el sistema. Y al mismo tiempo el PLC reconocerá el fallo y se desactivará y pasará a una desconexión el equipo.

Certificación

Varios organismos de validación de seguridad están impulsando el diseño parámetros detrás de los controladores de seguridad. TÜV de Alemania, Factory Mutual (FM) de los Estados Unidos, y Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido. Cada prueba para la adhesión a los PLC de seguridad debe cumplir estándares estrictos. Por ejemplo, TÜV típicamente prueba productos contra IEC 61508, un estándar que define integridad de seguridad Niveles (SIL) 1 al 4. Los PLC de seguridad que son adecuados para aplicaciones SIL 2 y SIL 3, donde pueden ser certificados para usos más comunes.

Aplicaciones de seguridad.

SIL 4 aborda aplicaciones más allá de la seguridad industrial estándar; esta define los requerimientos de controladores para reactores nucleares, sistemas de control de vuelo (fly-by-wire), o cualquier cantidad de aplicaciones cuyo fallo sería catastrófico.

2.7 Descripción de la arquitectura de la red

El control del PLC está formado por un PLC de la Serie Simatic S7 315-F de la marca Siemens como el que se muestra en la Figura 2.8, el cual es de construcción modular, y es un PLC especialmente diseñado para automatización de procesos y supervisión de seguridades.

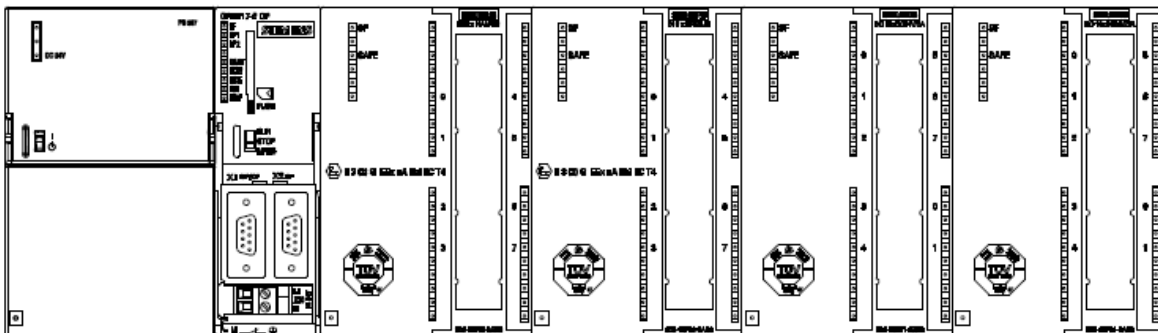


Fig. 2.8
Bastidor principal de PLC

Entre las características más sobresalientes están:

- Es un PLC con 2 procesadores de diferente marca (o diferente lote) donde cada procesador ejecuta su programa con su respectivo sistema operativo.
- Las soluciones son almacenadas en diferentes áreas.
- Los 2 procesadores deben terminar con los mismos resultados
- Los 2 procesadores compilan independientemente su programa
- El "firmware" para las funciones de seguridad son contenidas en bloques certificados
- El sistema detiene todo inmediatamente si hay cualquier inconsistencia entre los procesadores

- El firmware no puede ser cambiado por el usuario o fabricante de la máquina.

2.8 Visualización y diagnostico

La visualización y el diagnostico se realizan mediante un panel de operador Simatic HMI Multipanel MP 370 de 15" como se muestra en la Figura 2.9", y se conecta al PLC a través de una interfase MPI y se programa la aplicación por medio del Software de programación WinCC. En el panel se visualizan los mensajes de avisos y alarmas y mediante unos gráficos se puede visualizar las puertas o paros de emergencia que en ese momento se encuentren activados.

- Panel tipo Touch a color pantalla TFT LCD de 15"
- Sistema operativo Windows CE
- Interfases de comunicación MPI, Profibus/DP, USB y Ethernet

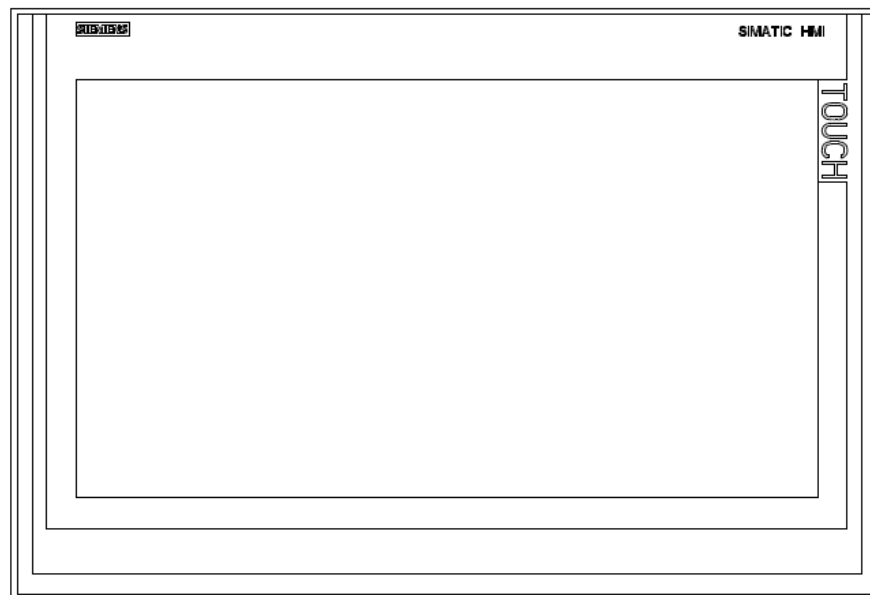


Fig. 2.9
HMI Panel de Operador

2.9 Periferia descentralizada

Cada cabecera de red está formada por un módulo de comunicación Profibus/DP IM 154 como se observa en la figura 2.10, una tarjeta de 24 entradas digitales a 24 VCD y 2 tarjetas de 8 salidas digitales a 24 VCD .0.5Amp cada una.

A través de una red de periferia descentralizada se programan 2 nodos con cada uno, mediante esta red se envían y reciben en el PLC los estados de las entradas se escriben las salidas para los sensores y actuadores que están

ubicados en la periferia de la máquina. Mediante este tipo de red se busca hacer más eficiente la puesta en marcha de este proyecto.

En la Figura 2.10 se observa la arquitectura de red del PLC y el Touch Panel para el diagnóstico de fallas y monitoreo de las condiciones de seguridad de la línea.

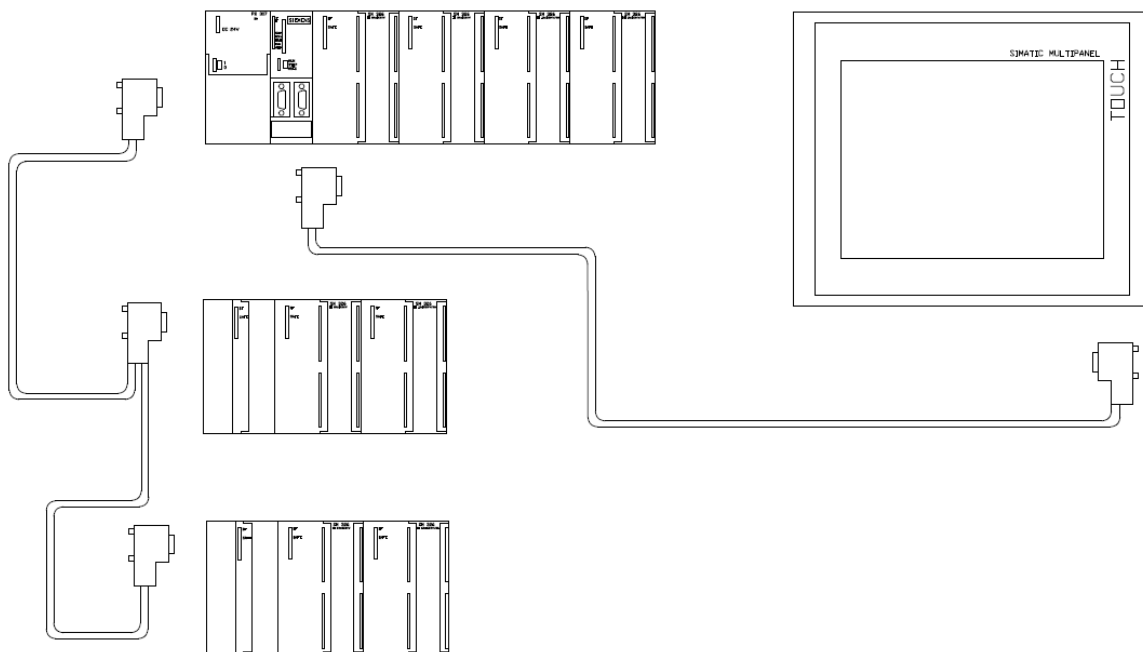


Fig. 2.10
Periferia descentralizada PLC

Como vemos los PLC's de seguridad, los PLC's estándar y los relés de seguridad tienen su aplicación, la elección final del sistema de control apropiado será determinado por una variedad de factores. Los ingenieros desarrollan sistemas de seguridad que se deben evaluar cada aplicación de control en un esfuerzo por determinar la solución adecuada para su aplicación específica.

La arquitectura de control es elegida al implementar su sistema de seguridad. Es muy importante trabajar con un proveedor de controles de seguridad que puede suministrar y apoyar con una variedad más amplia de enfoques y soluciones.

Se puede utilizar un dispositivo de protección automático, sujeto a ciertas restricciones cuando, ni una barrera fija ni una protección de enclavamiento es útil. Estos dispositivos deben evitar que el operador entre en contacto con la parte peligrosa de la máquina mientras está en movimiento, o deben ser capaces de detenerla.

Los dispositivos automáticos funcionan independientemente del operador. Su funcionamiento se repite mientras la máquina esté en movimiento. La ventaja de este tipo de dispositivos es que su activación solo puede ocurrir después de que las manos, los brazos y/o el cuerpo del operador han sido retirados de la zona de peligro.

CAPÍTULO III

PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

3.1 Introducción

Periferia descentralizada

En la industria, ocurre con frecuencia que el PLC de control está colocado a una distancia tal que, el llevar todos los cables de las entradas y salidas hasta los órganos de control y accionamiento de la máquina, exigirían un macizo de cables de unas proporciones elevadas, con los consiguientes problemas de tendido de los mismos, espacio, pérdidas de señal, costo económico de material y colocación, etc. Para evitar estos problemas, los fabricantes de PLC's y otros componentes industriales, proporcionan dentro de su gama de productos, la posibilidad de enlazar el PLC y los elementos de la máquina mediante un bus de datos, el cual con sólo dos o cuatro hilos (según el tipo de bus), transmite la información de forma rápida y eficaz. Lógicamente, es necesario colocar a pie de máquina un módulo que centralice la conexión de todos los controles y accionamientos, que enlace (mediante el bus) con el PLC y que procese la información recibida para transmitirla al PLC. Estos módulos pueden ser de entradas/salidas descentralizadas, válvulas inteligentes o elementos similares. Su característica principal es la alta velocidad de comunicación, de tal forma que, prácticamente no influye en el tiempo total de scan del PLC (aumenta con valores inferiores a un 5 %)

Profibus

Profibus es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Deriva de las palabras PROcess Field BUS. Fue un proyecto desarrollado entre los años 1987-1990 por las empresas alemanas Bosch, Klöckner Möller y Siemens, y por otras como ABB, AEG, Honeywell, Landis & Gyr, Phoenix Contact, Rheinmetall, RMP, Sauter-cumulus y Schleicher. En 1989 la norma alemana DIN19245 adoptó el estándar Profibus, partes 1 y 2 (la parte 3, Profibus-DP no fue definida hasta 1993). Profibus fue confirmada como norma europea en 1996 como EN50170.

Elementos del bus.

El elemento esencial del bus es el nodo. PROFIBUS prevé la existencia de dos tipos de nodos:

- Activos: son nodos que pueden actuar como maestro del bus, tomando enteramente el control del bus.
- Pasivos: son nodos que únicamente pueden actuar como esclavos y, por tanto, no tienen capacidad para controlar el bus. Estos nodos pueden dialogar con los nodos activos mediante un simple mecanismo de pregunta-respuesta, pero no pueden dialogar directamente entre sí.

Topología.

La topología puede ser simplemente en forma de bus lineal o en forma de árbol, en el que los repetidores constituyen el nudo de partida de una expansión del bus como se observa en la Figura 3.1.

Configuración PROFIBUS-DP

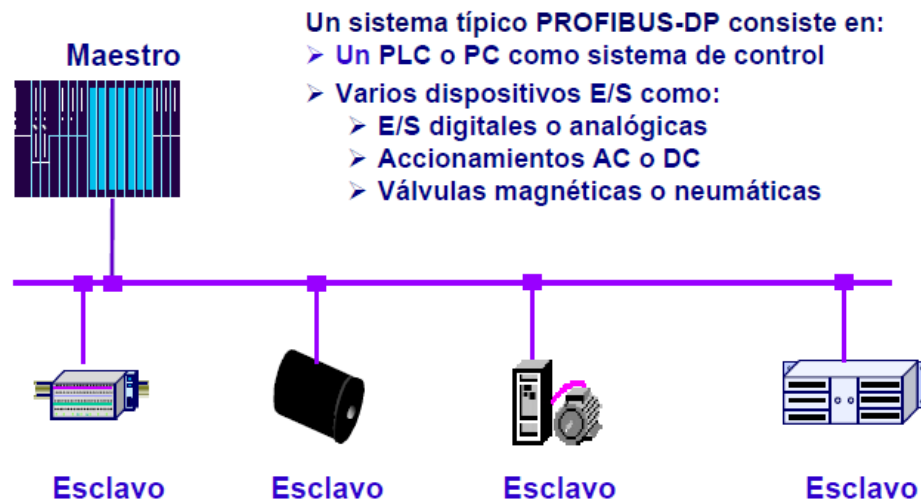


Fig. 3.1
Configuración Profibus DP

En este caso, la estructura en árbol es puramente una impresión de dibujo, ya que, como se verá, el PROFIBUS admite una estructura lógica de maestro flotante y una estación activa, ejerciendo el papel de maestro, que puede estar físicamente conectada a lo que se pudiera considerar una expansión del bus. Por tanto, incluso en caso de ramificaciones debe considerarse como un bus único. El número máximo de nodos conectables a cada tramo del bus, sin necesidad de repetidores es de 32. A efectos de esta limitación los propios repetidores cuentan

como un nodo. El número máximo de nodos del bus es de 127, de los cuales un máximo de 32 pueden ser nodos activos.

En este capítulo se describirá paso a paso la configuración y programación con el software S7 Distributed Safety. Se describirán las funciones básicas y las propiedades especiales del software. Para una mejor comprensión de este capítulo se requiere conocimientos previos de Simatic Step 7-300.

El Hardware/Software instalado es el que se detalla en la tabla de la siguiente Figura 3.2:

Pos	Descripción	Cant	UM	Modelo	Marca
1	Fuente de voltaje Simatic PS307	1	Pz	6ES7 307-1EA01-0AA0	Siemens
2	CPU Simatic 315F 2DP	1	Pz	6ES7 315-6FF04-0AB0	Siemens
3	Tarjeta de 24 entradas digitales a 24 VCD	4	Pz	6ES7 326-1BK02-0AB0	Siemens
4	Tarjeta de 10 salidas digitales 24 VCD/2A	4	Pz	6ES7 326-2BF01-0AB0	Siemens
5	Multipanel MP-377 12" Touch	1	Pz	6AV6 644-0AA01-2AX1	Siemens
6	Tarjeta de comunicación IM-153-2	2	Pz	6ES7 153-2BA02-0XB0	Siemens
7	S7 Distributed Safety V 5.4 SP5 Upd 1 (Software)	1	Pz	6ES7 833-1FC02-0YA5	Siemens
8	Safety Switch	7	Pz	TZ1 LE024M	Euchner
9	Safety Courtain	1	Jgo	PSEN-op 4H-S30-090/1	Pilz

Fig. 3.2

Listado del Hardware/Software instalado para el control de seguridad

En la Figura 3.3, se observa el detalle de la puerta de acceso número 1 a la izquierda, y a la derecha, se observa la botonera que permite el acceso a la línea.

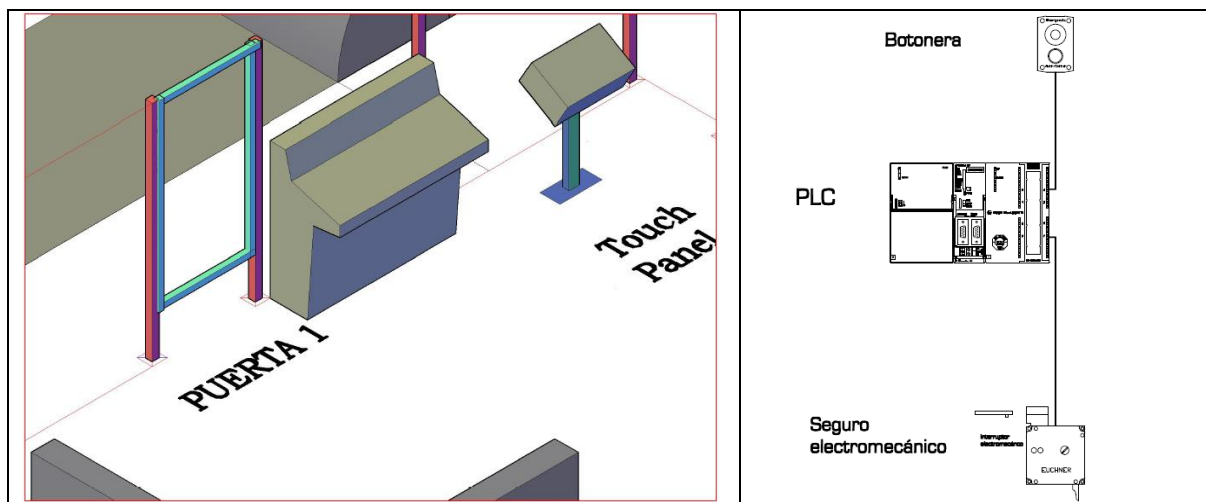
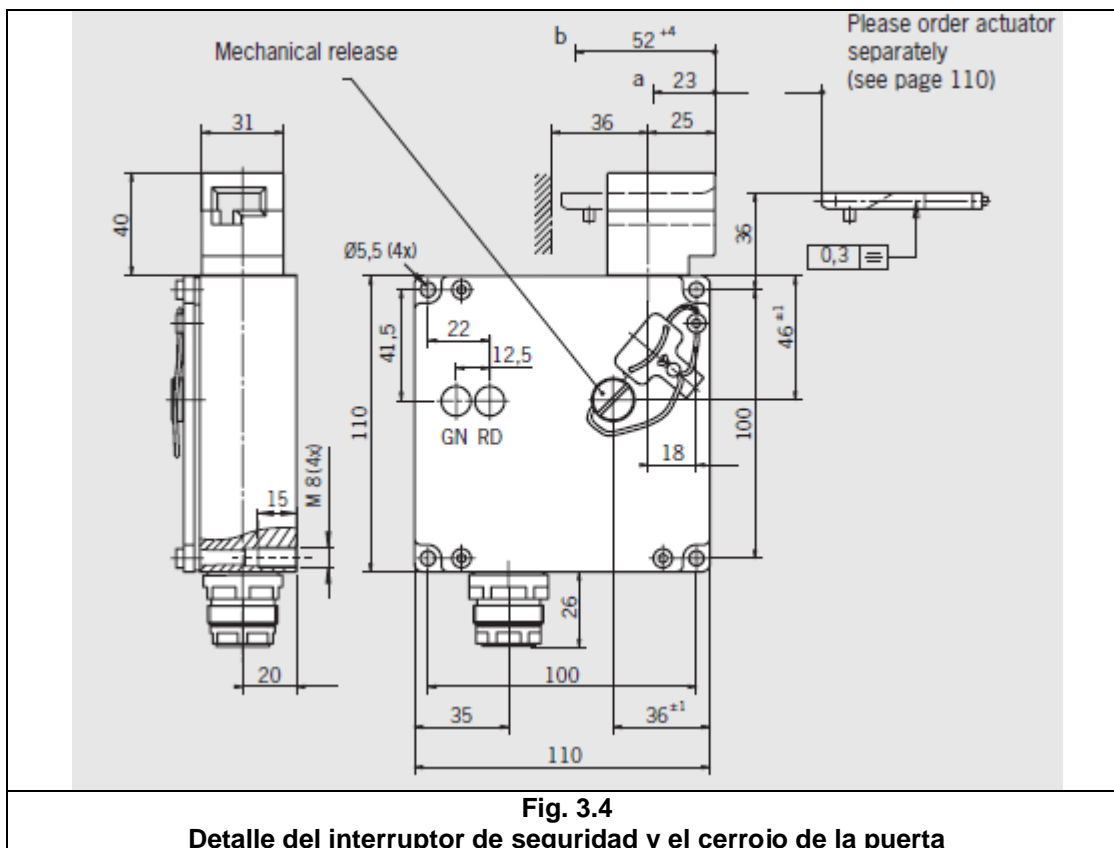


Fig. 3.3

Ubicación de la puerta 1 y el control de acceso

El acceso a la línea está protegido por 7 puertas como el que se detalla en la Figura 3.4 y una cortina de seguridad óptica, el acceso a la línea se realiza mediante el pulsar un botón que libera el seguro de el interruptor de seguridad, el cual permite correr el cerrojo de la puerta para poder abrirla. El acceso a la línea solo se hace durante la fase de ajuste, y durante la fase de modo automático el acceso está restringido.



Cabe mencionar que para que trabaje en modo automático, todas las puertas deberán estar cerradas y deberá realizarse el acuse de recibo (reset). Lo mismo sucede con la cortina óptica, cada vez que alguien bloquea la cortina debido a que pasó por esta zona, deberá igual de hacer el acuse de recibo, en caso contrario la línea no pasará a modo automático. Para el modo automático la cortina de seguridad óptica detendrá el proceso de automático y no permitirá reiniciar hasta que se realice el acuse de recibo y se vuelvan a dar condiciones de automático, esto quiere decir que una vez presionado el botón de reset, la línea no iniciará de manera automática sus movimientos, será necesario habilitar condiciones previas como si se tratara de un arranque de la línea desde el principio. En ninguno de los casos anteriores habrá una condición de paro de emergencia. El paro de emergencia por sus características es una parada inmediata de todo el equipo, o sea que no existen rampas de desaceleración. Debido a esta condición, solo se hará la petición de paro de emergencia mediante

Utilizando el software HW Config del Manager de S7 se configura la CPU 315F-2DP, después se configuran las tarjetas de entradas y salidas en este bastidor principal.

Después en el segundo bastidor, se configuran 1 tarjeta de entradas y una de salidas digitales, y se procede a hacer lo mismo con el tercer y último bastidor siempre colocando la tarjeta de comunicación IM-153-2 primero y quedará como se observa en la Figura 3.6

Posteriormente se hace el cableado eléctrico de los interruptores de seguridad, los botones pulsadores y la cortina de seguridad óptica.

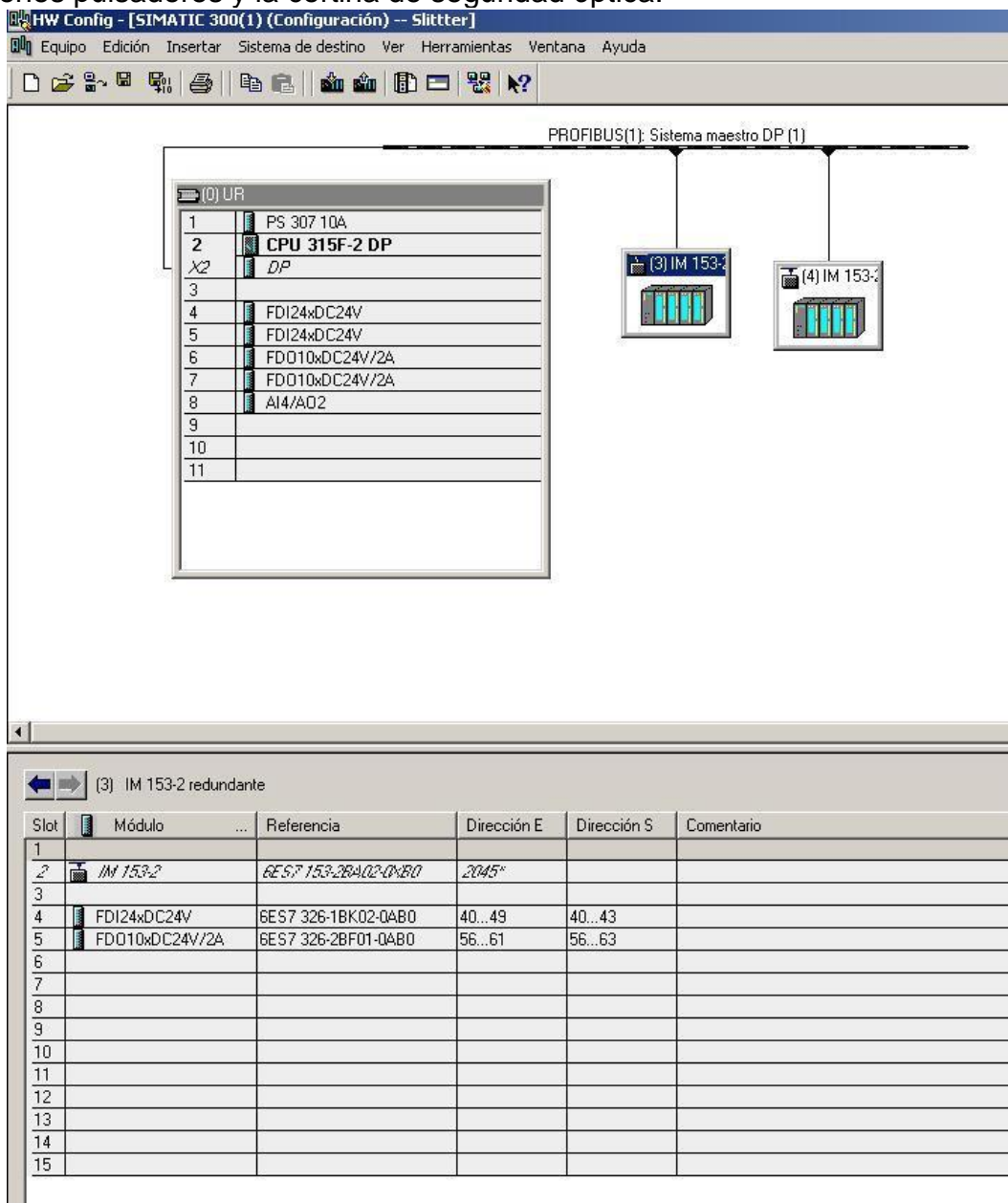


Fig. 3.6 Configuración hardware de los componentes en la red

3.2.1 Configuración de la CPU 315F-2DP utilizando el software HW Config.

1. Se crea un nuevo proyecto en el Simatic Manager llamado Slitter y se inserta una estación Simatic S7 300
2. Se abre el HW Config seleccionando la estación Simatic S7 300 y se abre el objeto
3. En la ventana del catálogo de Hardware se selecciona el perfil de hardware estándar y se despliega la lista
4. De la ventana del Hardware Catalog, se arrastra y suelta el riel Simatic 300, la fuente de voltaje Simatic 300, la CPU 315F-2DP, 2 tarjetas F de entradas digitales y 2 tarjetas F de salidas.
5. Dar clic en Nuevo y la caja de dialogo de propiedades de PROFIBUS se abre y se elige nueva red PROFIBUS y se cierra la caja de dialogo con OK
6. Dar doble clic a la CPU 315F-2DP en la ventana de configuración para ajustar las propiedades de la CPU-F.
7. Seleccionar la pestaña de “Protección” y realizar los ajustes en los campos “Nivel de protección”
 - a) Pulsar la opción de botón 1 “Nivel de protección CPU-F” y seleccionar la opción de “Anulable por contraseña”
 - b) Oprimir el botón “3 Lectura/escritura” y colocar un password de máximo 4 dígitos, teclee nuevamente el password en el campo “Repetir contraseña” como se observa en la Figura 3.7
 - c) Marque la casilla de verificación “CPU contiene programa de seguridad” y ahora la casilla de dialogo aparecerá como se muestra:

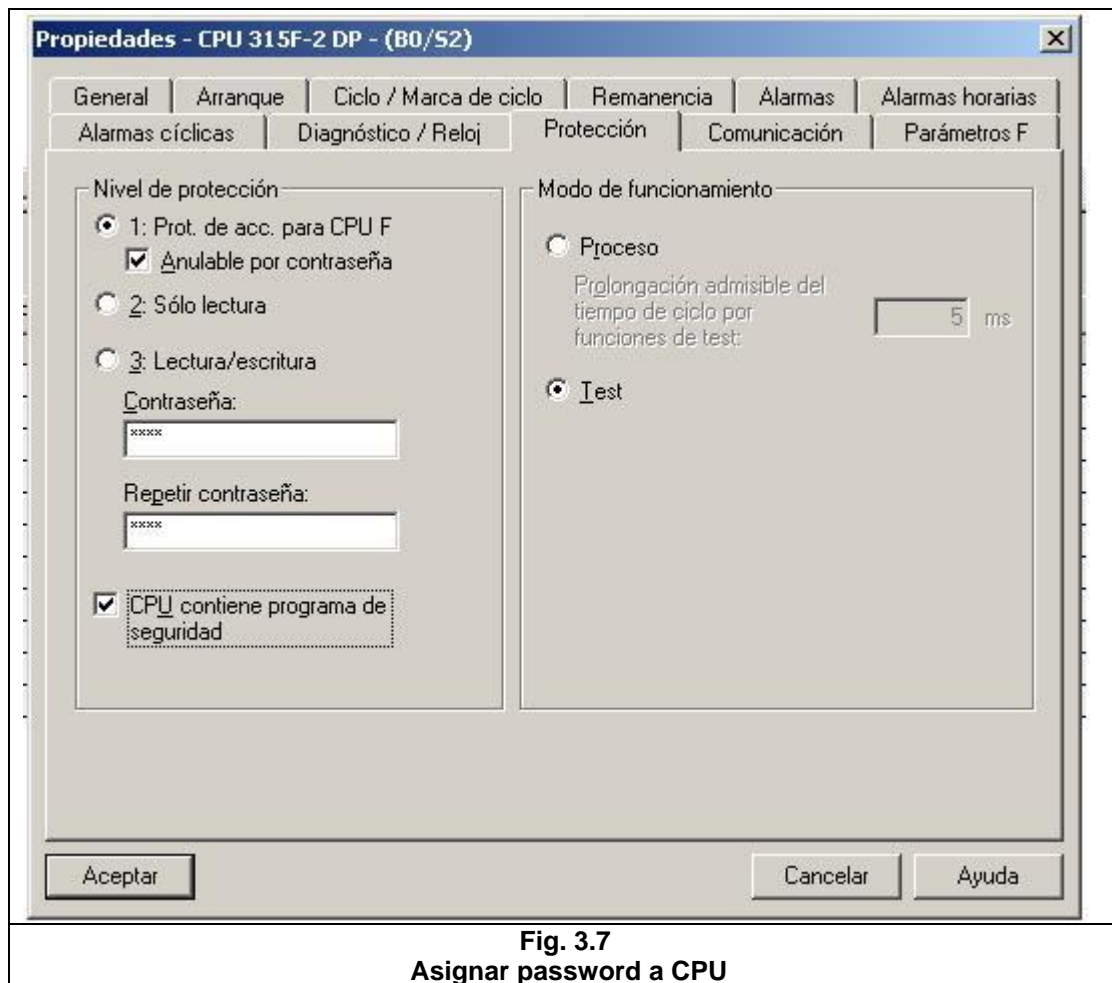


Fig. 3.7
Asignar password a CPU

8. Cambiar a la pestaña de "Parámetros F"

Aquí se pueden cambiar los siguientes parámetros o aceptar los ajustes por default.

Base para las direcciones Profibus

Rango de número para los F data blocks

Rango de número para los F function blocks

Cantidad de datos locales utilizados para el F-system,

Para este proyecto se utilizarán los parámetros por default

Nota: Los F-blocks son agregados automáticamente durante la compilación del programa de seguridad para asegurar la capacidad del runtime. Se deben reservar un rango de números para que se agreguen de manera automática a los F-blocks. Utilizar los parámetros defaults para este caso. Si la banda de números configurada es insuficiente, las señales del S7 Distributed Safety enviarán error de mensaje. Se deberán incrementar el tamaño de la banda de números, por consiguiente.

9.- Pulsar "aceptar para confirmar los datos y la ventana se cerrará.

10.- En la pestaña de "Alarmas cíclicas" ajuste el ciclo de llamado para el ciclo de

interrupción del OB 35 a 50 ms. (el programa de seguridad es llamado y corre a intervalos fijos en el OB de interrupción cíclica). La casilla aparecerá como se muestra en la Figura 3.8:



Fig. 3.8
Parametrización del OB 35

11. Oprimir "Aceptar" para confirmar, y con esta acción se encuentra completamente parametrizada la CPU 315F-2DP.

3.2.2 Configuración de la ET 300 Distributed I/O system utilizando en HW Config

1. En la ventana de "Catalogo de Hardware" seleccionar "standard" del perfil de hardware profile y en profile abra el menú
2. Arrastre y suelte el Módulo de interfase IM153 del catálogo Hardware (Profibus DP/ET 300) dentro de la subred Profibus de la ventana HW Config.
3. Escriba 3 como la dirección, el cuadro de dialogo se verá así:
Y cierre el cuadro de dialogo con "Aceptar" Ahora se ha ajustado la

estación DP con la dirección 3 de la subred de Profibus como se ve en la Figura 3-9.

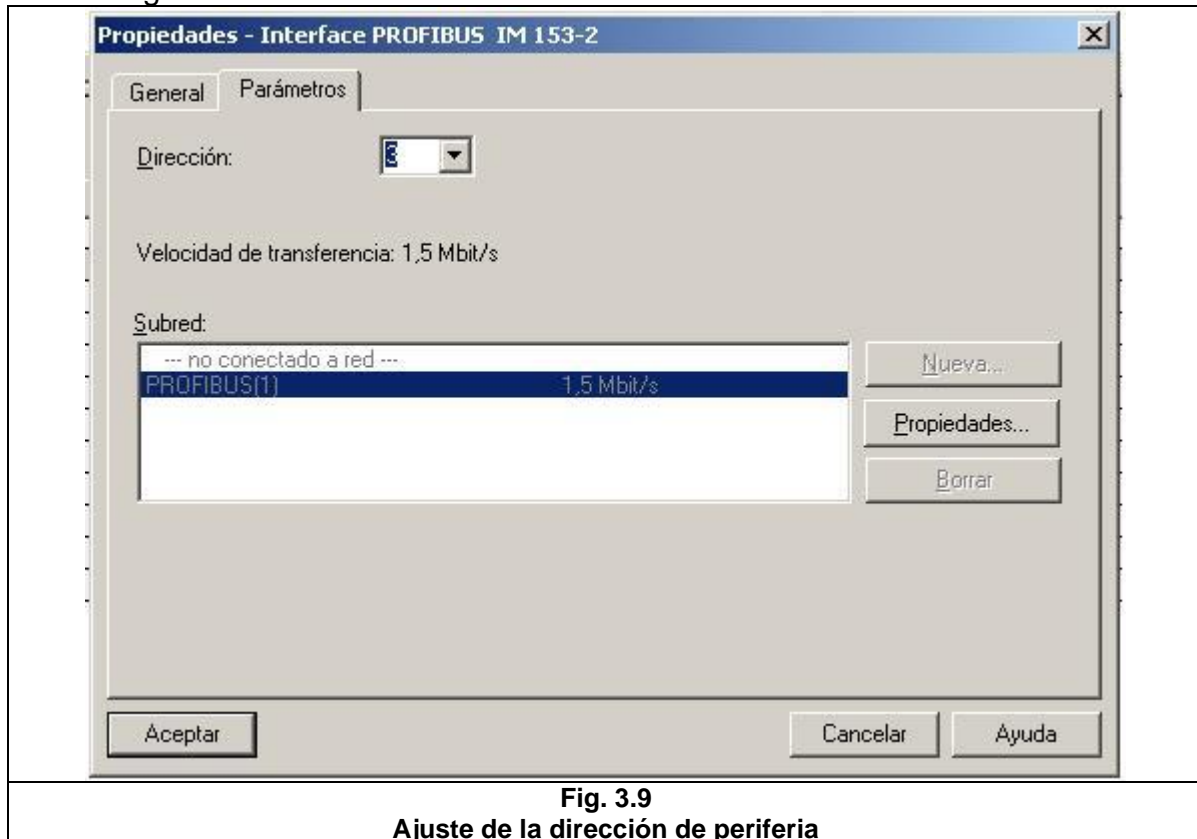


Fig. 3.9
Ajuste de la dirección de periferia

- 4 Dar doble clic a las propiedades de la IM 153-2 de la ventana de configuración para ajustar las propiedades de interface del módulo.
- 5 Confirmar los ajustes con "Aceptar"

3.2.3 Configuración de las tarjetas de entradas digitales

1. Arrastrar y soltar la tarjeta de 24 entradas digitales Failsafe del catálogo de hardware al slot de la tarjeta IM 153-2.
- 2.- En la ventana de configuración de la tarjeta de entradas digitales dar doble clic para ajustar las propiedades del módulo.
- 3.- Seleccionar la pestaña de "Direcciones", dejarla por default en "8" y el cuadro de dialogo aparece como se ve en la Figura 3.10.

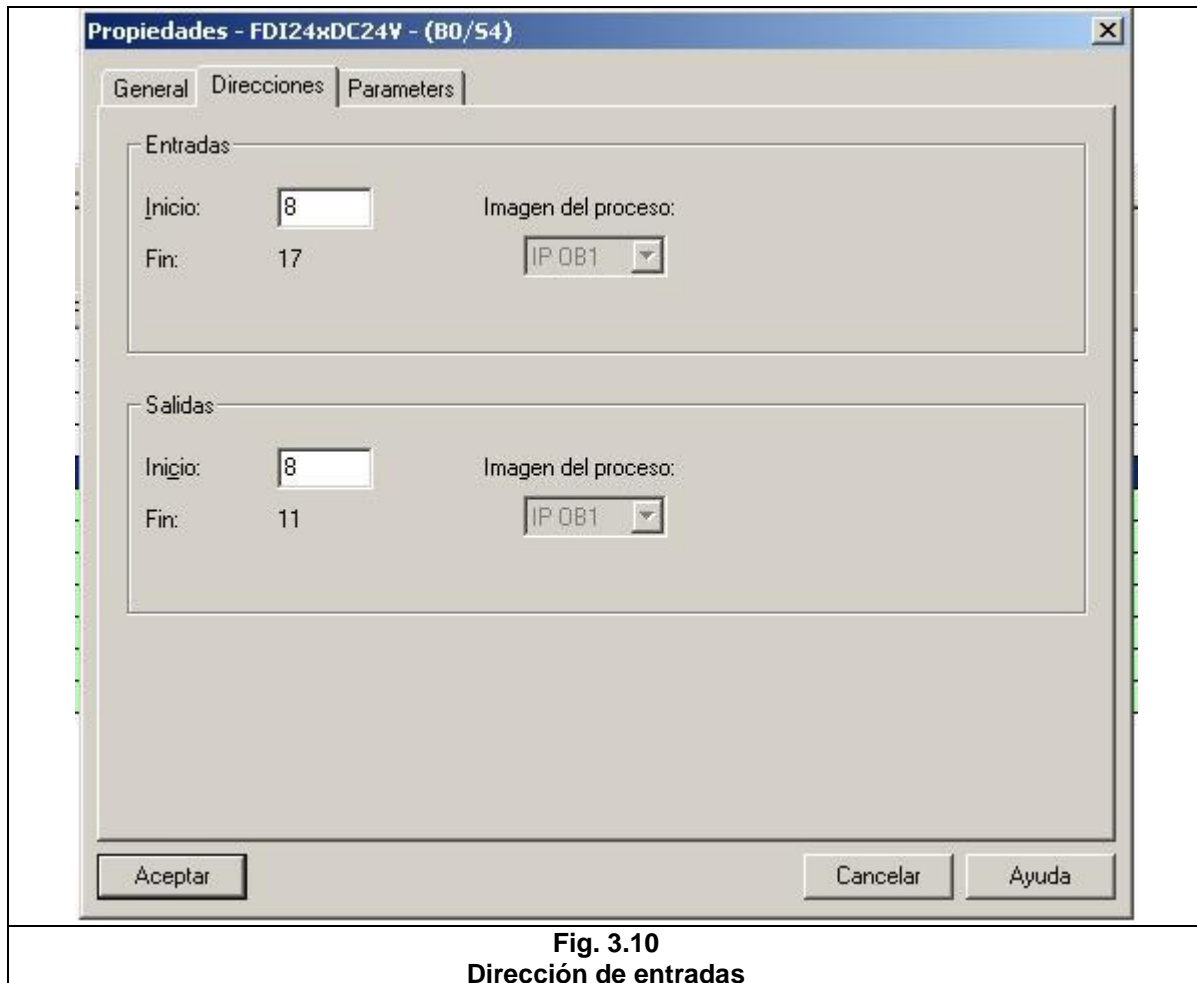


Fig. 3.10
Dirección de entradas

Nota: Si se desea cambiar los valores se debe estar seguro de que la dirección de entrada y salida están en el rango de valores asignados.

4.- En la pestaña de "Parámetros" se modifican los siguientes parámetros o se dejan los que trae por default.

- Parámetros F (Parámetros Profibus)
- Module parameters (Global mode parameters)
- Channel-Specific parameters

Para nuestro proyecto los canales 0 al 4 se deberán conectar a Two channel emergency stop switch. Hacer los siguientes ajustes (como se destaca en la Figura 3.11)

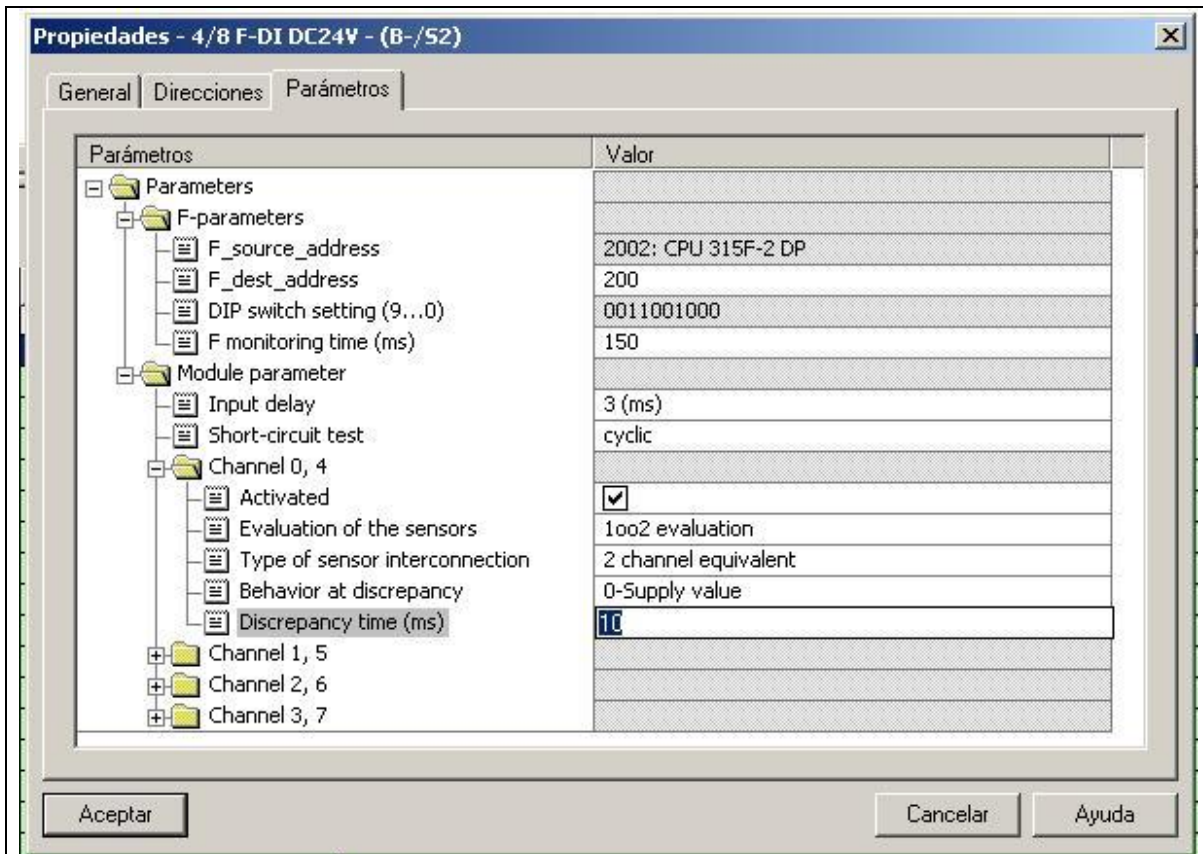


Fig. 3.11
Configuración de la tarjeta de entradas digitales

Nota acerca de los parámetros F. Las direcciones Profibus deben ser únicas a través de toda la red y para todas las estaciones. Las direcciones son asignados automáticamente para prevenir asignaciones incorrectas de los parámetros, El destino de las direcciones Profibus deben ser ajustadas con los DIP switches del módulo. La dirección de origen es asignada por la CPU-F. Un mensaje de seguridad valido es recibido por la CPU-F durante el tiempo de monitoreo Fail-safe, de otro modo el módulo se va a un estado seguro.

El tiempo de monitoreo Fail-Safe debe ser alto como para un retraso en el mensaje y lo suficientemente corto para reaccionar lo más rápido posible ante una discrepancia.

Nota acerca de "Module Parameters". Para el ciclo de la prueba de corto circuito se deben utilizar voltajes internos para los sensores y desactivar los canales que no se utilicen, de otro modo se detectarán errores en estos canales.

Nota acerca de “1oo2 evaluation”, “behavior at discrepancy” y “Discrepancy time”: El “Discrepancy time” se comienza a configurar aquí cuando los diferentes niveles (o los mismos niveles con pruebas no equivalentes) son detectados por 2 señales de entrada asociadas (“1oo2 evaluation” del sensor). Cuando el tiempo de discrepancia termina dentro del módulo y dependiendo del tiempo de respuesta de discrepancia configurado, el último valor válido o cero del canal de entrada afectado se hace disponible para la CPU-F.

- 5.- Para el proyecto los canales 1 y 5 deberán estar conectados a la posición de los interruptores para monitorear los 2 canales de la puerta de seguridad. Realizar los ajustes siguientes (ver la Figura 3.12)

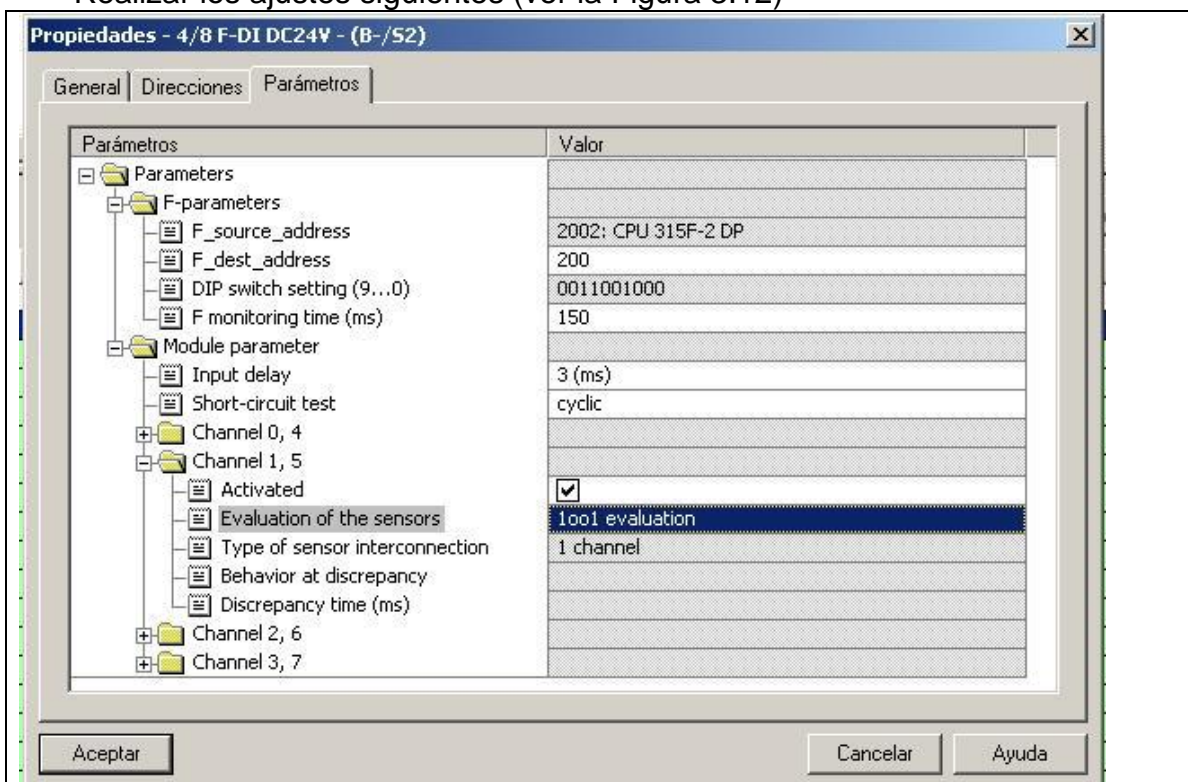


Fig. 3.12
Propiedades de las entradas digitales

- 6.- Desactivar los canales no utilizados 2, 6 y 3, 7 desmarcando las casillas de “verificación” activadas y confirmar los cambios con “Aceptar”
- 7.- Hacer clic en “Cerrar” para confirmar.
- 8.- Confirmar los ajustes con “Aceptar”

3.2.4 Configuración de las tarjetas de salidas digitales

- 1.- Arrastra y suelta la tarjeta de salidas digitales F del catálogo al Slot vacío de la ET 300M.
 - 2.- Dar doble clic a la ventana de configuración para ajustar las propiedades del módulo de salida.
 - 3.- Selecciona la pestaña de “Direcciones” y dejar por default el numero 6
- Nota:** Si se desea cambiar los valores, se necesita estar seguro del rango de

inicio y fin para asignar el valor correcto.

4.- En la pestaña de “Parámetros” se cambian los siguientes parámetros o se aceptan los valores predeterminados.

- Parámetros F (F Parameters)
- Parámetros específicos de canal

Para nuestro proyecto, se dejarán los ajustes que se ven en la Figura 3.13.

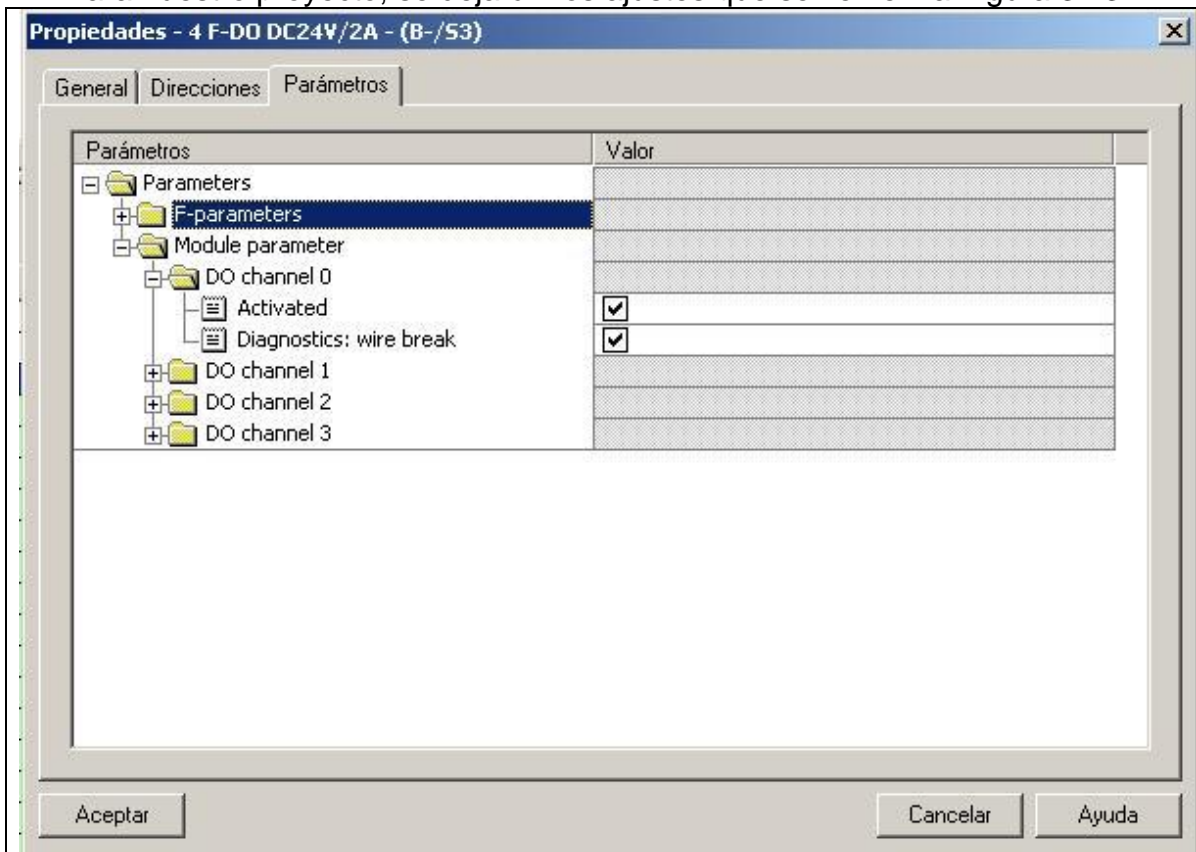


Fig 3.13
Configuración de la tarjeta de salidas digitales

Nota acerca de los parámetros F

Se dejan los parámetros por default para nuestro proyecto

Nota acerca de los parámetros de salida de canal X: Cada canal de salida tiene su propia retroalimentación configurable de tiempo. Este tiempo especifica la máxima duración de la prueba de apagado para el correspondiente canal y también especifica el tiempo de retroalimentación del ciclo de apagado del canal.

5.- Desactiva los canales de salida no utilizados 1, 2 y 3 y confirmar los cambios con “Aceptar”. Hacer clic en “Cerrar” para confirmar y confirmar los ajustes con “Aceptar”.

3.2.5 Salvar, compilar y descargar la configuración del Hardware

1. Cierra la configuración del hardware mediante el menú de comando Estación>Salvar y Compilar
2. Transfiere la configuración cuando la CPU-F está en modo Stop con el menú de comando PLC>Descargar a modulo
3. Seleccionar la CPU-F y confirmar con “Aceptar”

3.3 Programación del programa de seguridad

Data blocks I/O-F

Para todas las compilaciones en HW Config un DB I/O-F se crea automáticamente para todo I/O-F y el nombre simbólico es ingresado en la tabla de simbólicos, se pueden ver los DB's I/O-F generados por ejemplo I/O en el block contenedor. Estos son los F-data blocks DB818, DB 819 y DB 820, como se observa en la Figura 3.14.

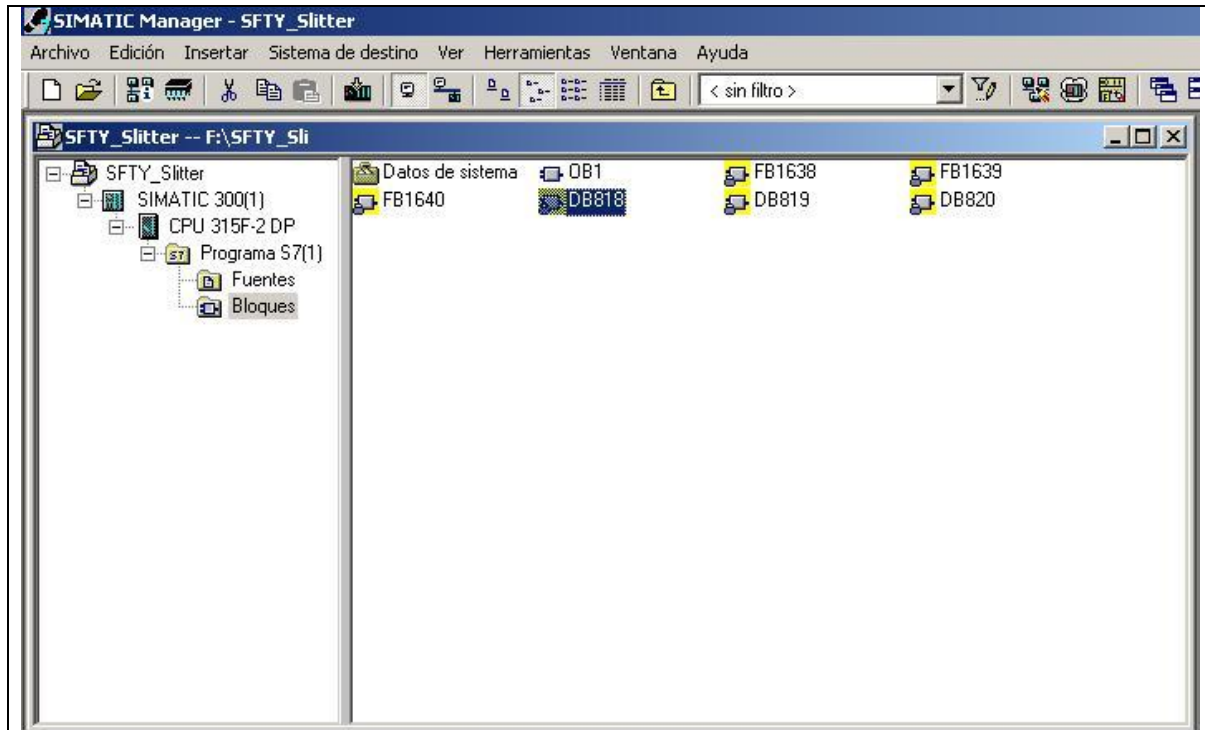


Fig. 3.14

Configuración de los bloques de seguridad

El nombre simbólico de los DB I/O-F tienen asignado el prefijo “F”, El inicio de la dirección de los I/O-F y el nombre (máximo 17 caracteres) ingresados son asignados en la tabla de propiedades del objeto I/O-F en el HW Config.

El nombre simbólico en nuestro proyecto es:

“F00008_FDI24xDC24V”: Fail-safe input digital module 24F-DI DC24V
(=DB819)

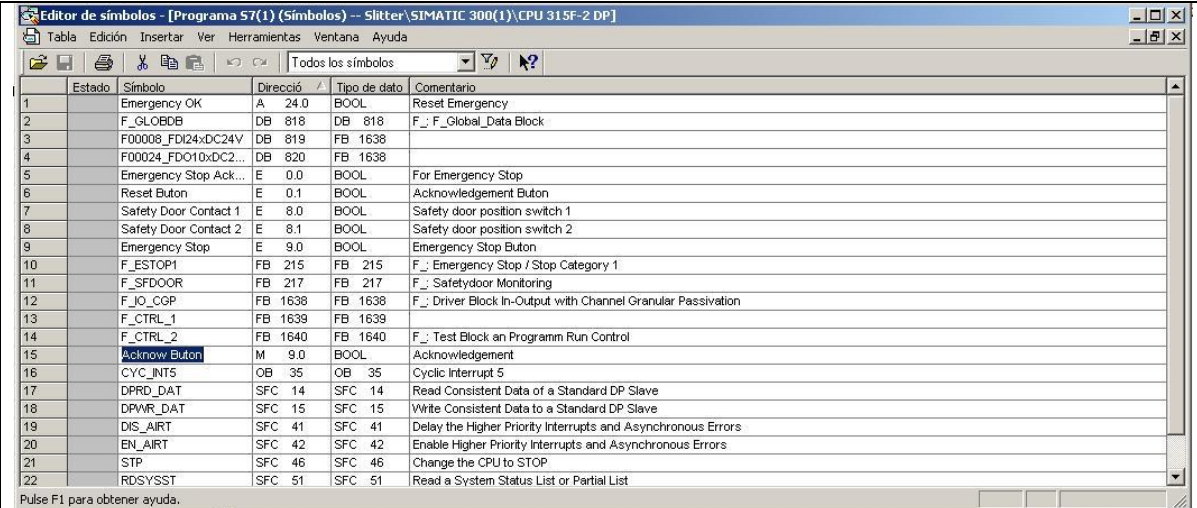
“F00024_FDO16xDC24V_2A”. fail-safe digital output module 16 F-DO DC24V/2A
(=DB820)

Etc....

3.3.1 Procedimiento

En nuestro proyecto El block fail-safe debe ser programado con una función de puerta de seguridad, Cortina óptica de seguridad, y paros de emergencia (los circuitos para el apagado cuando un paro de emergencia ocurre, cuando una puerta de seguridad es abierta o cuando alguien active la cortina óptica de seguridad) un lazo de retroalimentación (una protección de reinicio cuando existe una carga incorrecta) y un acuse de recibo para la integración. El block deberá entonces ser compilado en un programa de seguridad

Se especifican nombres simbólicos como se ve en la Figura 3.15 para las entradas y salidas Fail-safe (como se hace en el programa estándar). Para nuestro proyecto estas son:



Estado	Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1	Emergency OK	A 24.0	BOOL	Reset Emergency
2	F_GLOBDB	DB 818	DB 818	F_: F_Global_Data Block
3	F00008_FDI24xDC24V	DB 819	FB 1638	
4	F00024_FDO10xDC2...	DB 820	FB 1638	
5	Emergency Stop Ack...	E 0.0	BOOL	For Emergency Stop
6	Reset Buton	E 0.1	BOOL	Acknowledgement Buton
7	Safety Door Contact 1	E 8.0	BOOL	Safety door position switch 1
8	Safety Door Contact 2	E 8.1	BOOL	Safety door position switch 2
9	Emergency Stop	E 9.0	BOOL	Emergency Stop Buton
10	F_ESTOP1	FB 215	FB 215	F_: Emergency Stop / Stop Category 1
11	F_SFDOOR	FB 217	FB 217	F_: Safetydoor Monitoring
12	F_JO_CGP	FB 1638	FB 1638	F_: Driver Block In-Output with Channel Granular Passivation
13	F_CTRL_1	FB 1639	FB 1639	
14	F_CTRL_2	FB 1640	FB 1640	F_: Test Block an Programm Run Control
15	Acknow Buton	M 9.0	BOOL	Acknowledgement
16	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
17	DPRD_DAT	SFC 14	SFC 14	Read Consistent Data of a Standard DP Slave
18	DPWR_DAT	SFC 15	SFC 15	Write Consistent Data to a Standard DP Slave
19	DIS_AIRT	SFC 41	SFC 41	Delay the Higher Priority Interrupts and Asynchronous Errors
20	EN_AIRT	SFC 42	SFC 42	Enable Higher Priority Interrupts and Asynchronous Errors
21	STP	SFC 46	SFC 46	Change the CPU to STOP
22	RDSYSST	SFC 51	SFC 51	Read a System Status List or Partial List

Fig. 3.15
Listado de símbolos

3.3.2 Crear un F-FB con el lenguaje de programación F-FBD

- 1.- Insertar un F-FB. Abrir el block contenedor del Simatic Manager y seleccionar el comando Insertar>S7 Bloque S7>Bloque de función.
- 2.- En la pestaña "General 1ª parte" ingrese un nombre para el F-FB (por ejemplo FB100"). Seleccione un FUP-F como el lenguaje de programación: el cuadro de dialogo aparecerá como se muestra en la Figura 3.16

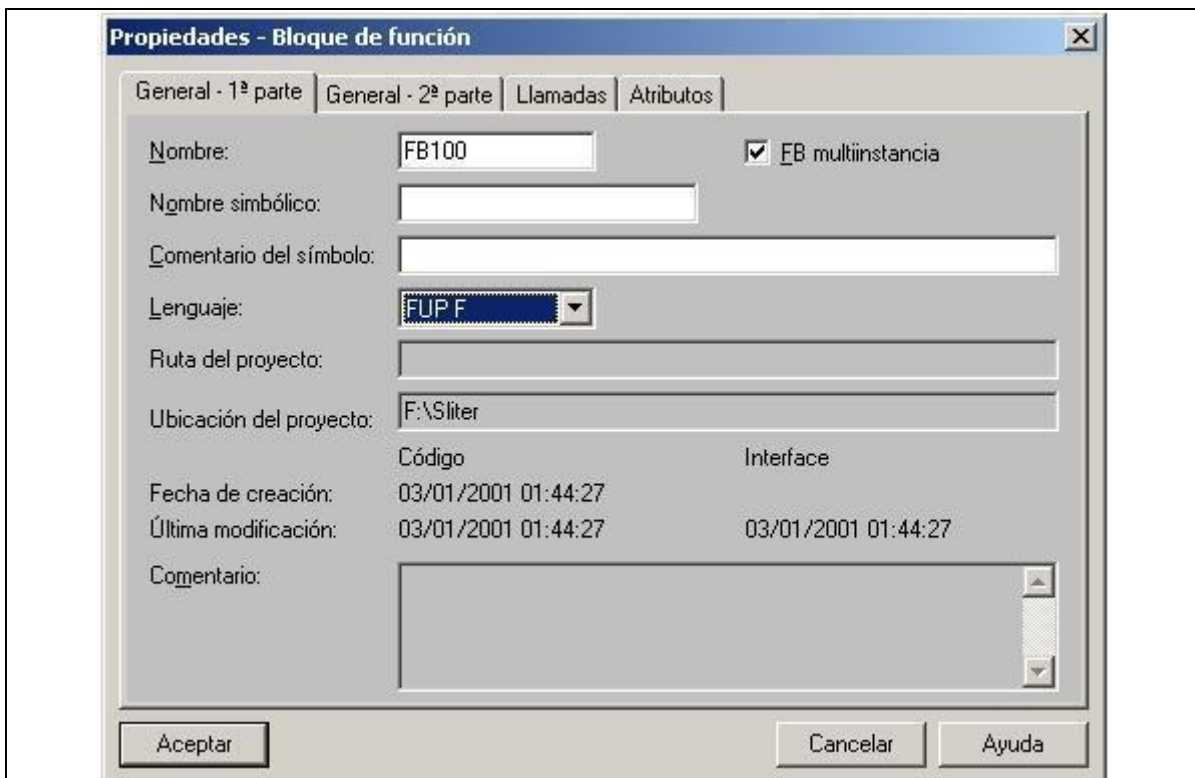


Fig. 3.16
Dar de alta el FB100

Cierre el cuadro de dialogo con "Aceptar"

3.3.3 Editar y salvar el F-FB en el editor FBD

- 1.- Dar doble clic en el F-FB del Simatic Manager
- 2.- Introduzca una contraseña de máximo 8 dígitos para el programa de seguridad
En este caso "100". Ver la Figura de referencia 3.7

Nota: Los lenguajes de programación KOP-F y FUP-F corresponden en principio a los lenguajes estándar. El editor estándar KOP/FUP en Step 7 es utilizado para programación. Las diferencias principales entre los lenguajes de programación KOP-F y FUP-F y su contraparte son las limitaciones en ajuste de operaciones y los tipos de datos y áreas de direccionamiento que pueden ser utilizadas.

Lo siguiente se muestran en el catálogo de elementos del programa F de la Figura 3.17.

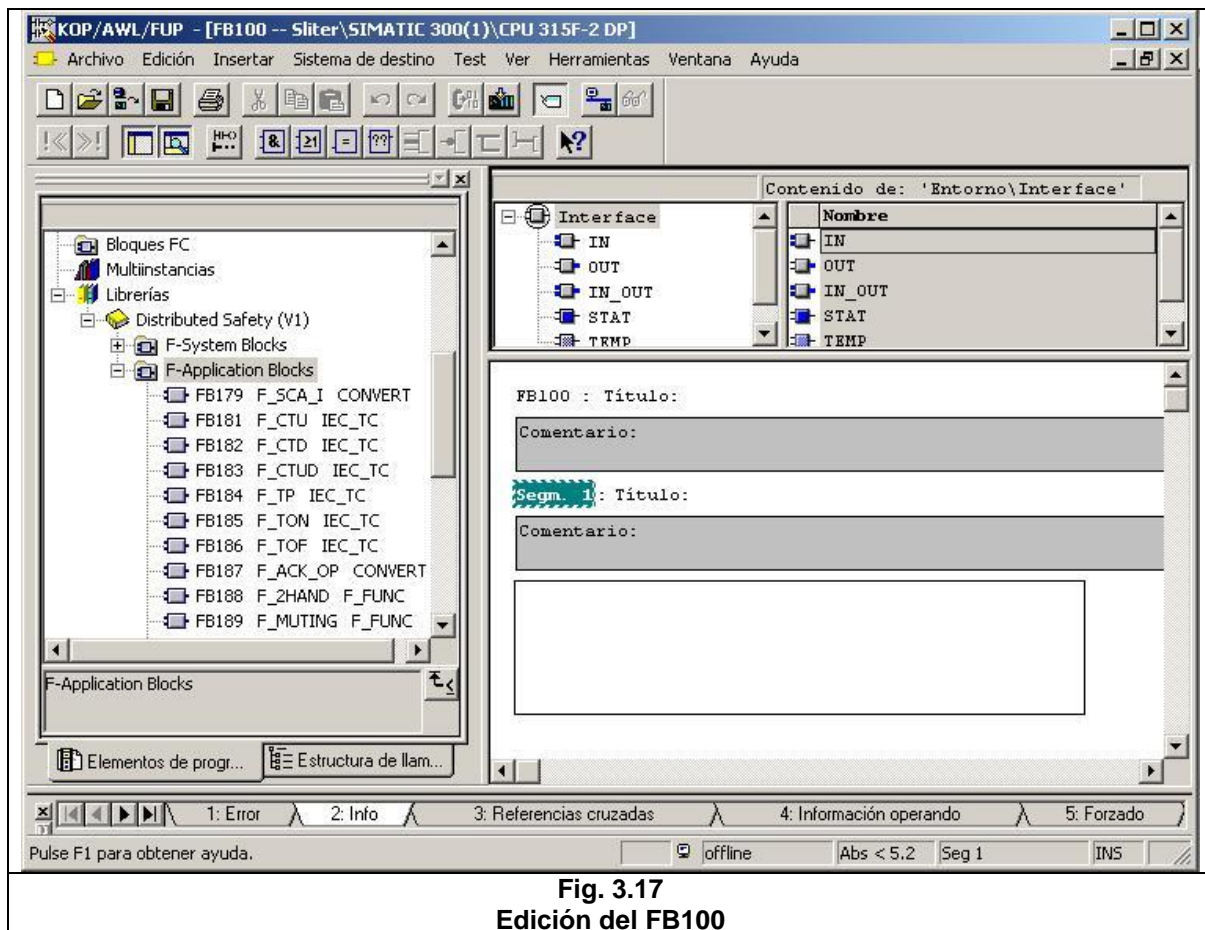


Fig. 3.17
Edición del FB100

- Soporte de operaciones
 - F-FBs y F-FCs del block contenedor del programa S7
 - F-blocks de F-librerías, p.e. F-Application blocks de la librería de funciones de seguridad
 - Múltiples instancias
- 4.- Agregar colores especiales a los datos de funciones que no son de seguridad
Para hacer esto seleccionar del menú de comandos Herramientas>Preferencias, abre la pestaña de Vista y selecciona “Color de fondo”, como se muestra en la Figura 3.18.

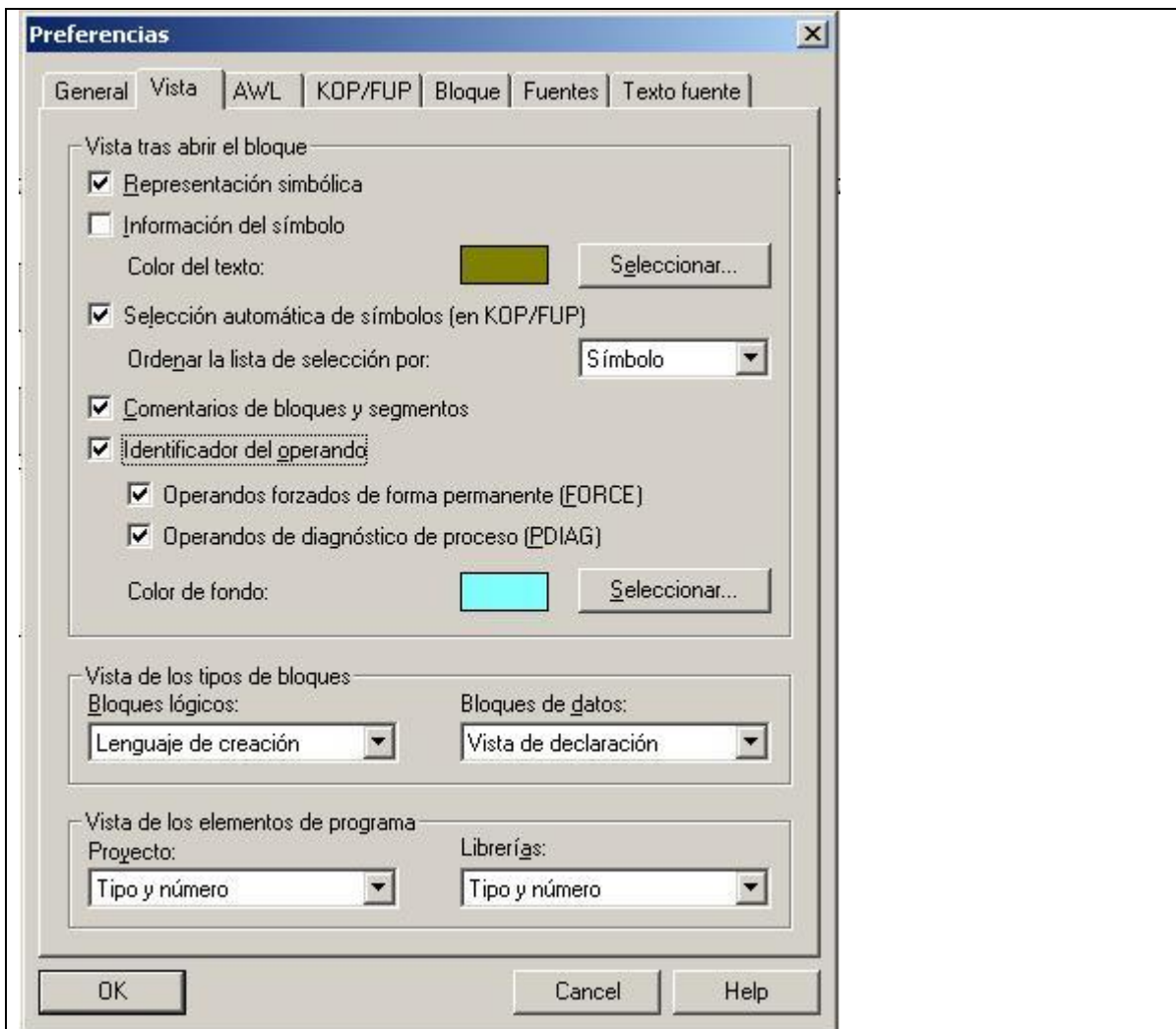


Fig. 3.18
Ajustes de “Preferencias”

Y confirma los cambios con “OK”

3.3.4 Programa de la función de la puerta de seguridad

1. Insertar la siguiente variable estática para el FB-F “EN_Safety_door” (enable safety door”)
2. Insertar un FB 217 “F_SFDOOR” (safety door monitoring) en el block de aplicación de la F_Application blocks container y agregue las entradas y salidas como se muestra en la Figura 3.19.

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface for project 'KOP/AWL/FUP - [FB100 -- Slitter\SIMATIC 300(1)\CPU 315F-2 DP]'. The left pane shows the project tree with 'F-Application Blocks' expanded to 'FB217 F_SFDOOR'. The top right pane shows a table of parameters for the selected block:

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial
EN_Safe...	Bool	0.0	FALSE

The main area displays the parameterization for 'DB217 "F_SFDOOR"'. The parameters are listed on the left, and their corresponding values or connections are shown on the right:

- EN: ...
- "Safety Door Contact 1": IN1
- "Safety Door Contact 2": IN2
- "F00008_FDI24xDC24 V".QBAD: QBAD_IN1
- "F00008_FDI24xDC24 V".QBAD: QBAD_IN2
- "F_GLOBDE".VKE1: OPEN_NEC
- "F_GLOBDE".VKE1: ACK_NEC
- "Reset Button": ACK

On the right side of the diagram, the following values are assigned to the parameters:

- #EN_Safety_Door
- ACK_REQ
- DIAG
- EMO

Fig. 3.19
Parametrización del FB217

La señal que no es de seguridad "Reset Button" en el programa estándar tiene un fondo azul claro.

3.3.4.1 Conexión del FB 217

Ambas entradas QBAD_IN1 y QBAD_IN2 deben estar interconectadas. En nuestro proyecto, están interconectadas a la señal QBAD de la F-I/O DB de la tarjeta de entradas digitales, la cual está conectada a los switches de posición de la puerta de seguridad. Utilizar la tabla de referencias cruzadas como se ve en la Figura 3.20

Inputs/outputs	Parameters	Data type	Description	Default
E 8.0	IN1	BOOL	Input 1	0
E 8.1	IN2	BOOL	Input 2	0
DB819.DBX2.1	QBAD_IN1	BOOL	QBAD signal from the F-I/O DB of the input IN1	0
DB819.DBX2.1	QBAD_IN2	BOOL	QBAD signal from the F-I/O DB of the input IN2	0
DB818.DBX36.4	OPEN_NEC	BOOL	Fully qualified access to Variable RLO1 From F_Shared DB	1
DB818.DBX36.4	ACK_NEC	BOOL	Fully qualified access to 1 Variable RLO1 from F-shared DB**	1
E 0.1	ACK	BOOL	User acknowledgement (per button)	0
#EN_Safety_door	A	BOOL	Output	0
	Ack_Reg	BOOI	Acknowledgement request	0
	Diag	BYTE	Service information	B#16#0

Fig. 3.20

Configuración de entradas y salidas para las puertas de acceso

Nota: Si se requiere las constantes booleanas “0” y “1” en el programa de seguridad para asignar parámetros durante el llamado a los blocks.

3. Salvar el F-FB y confirmar el mensaje con “OK”.

3.3.5 Programación de la función del paro de emergencia

1. Insertar las siguientes variables estáticas para el FB-F EN “safety circuit” (habilita el circuito de seguridad) y Los bits de memoria auxiliar “AMB01” y “AMB02”
2. Insertar un nuevo segmento
3. Insertar las operaciones requeridas del catálogo de elementos del programa (“Bit logic”) y suministrar las entradas y salidas como se observa en la tabla de la Figura 3.21.

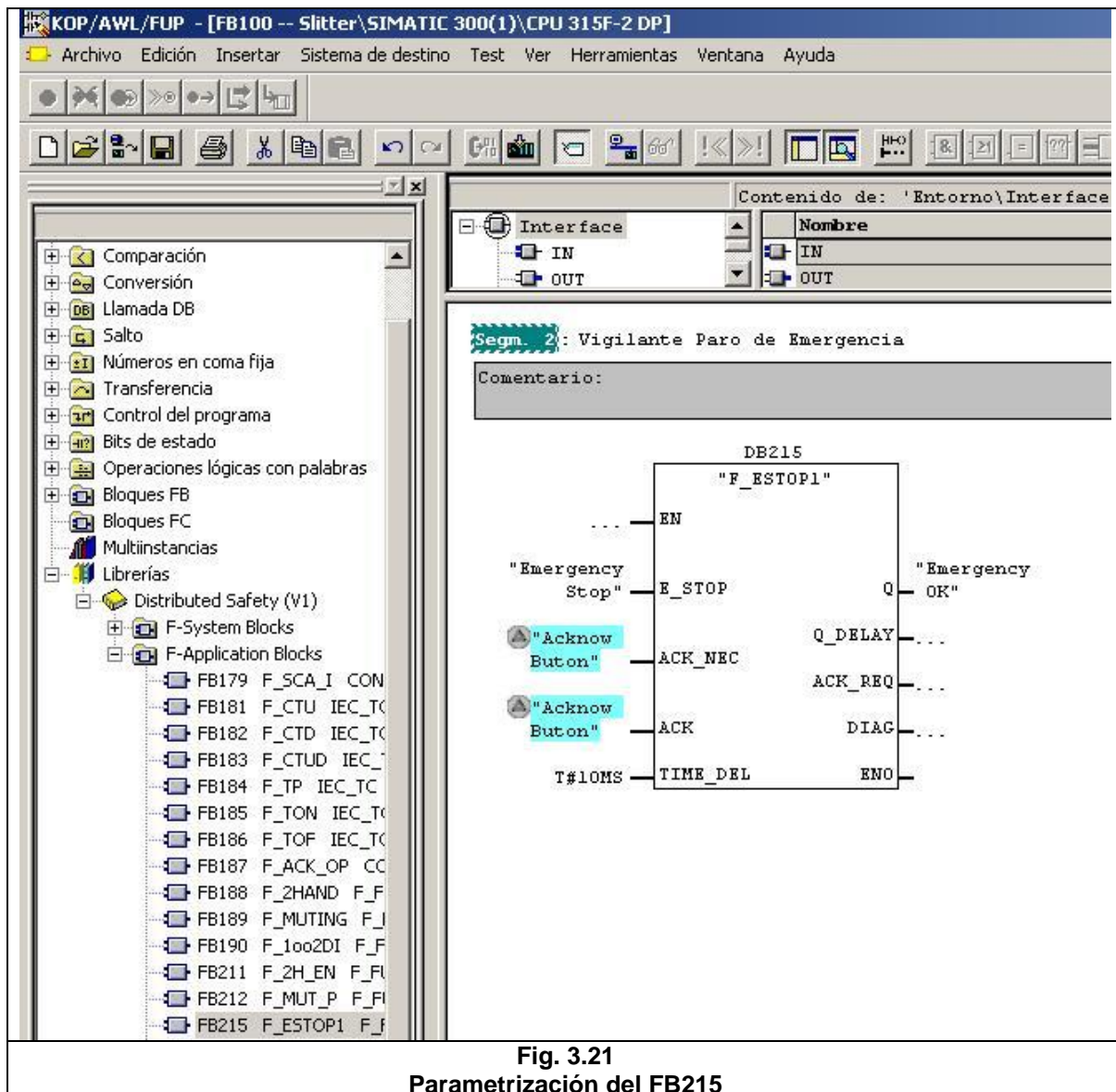


Fig. 3.21
Parametrización del FB215

La señal sin seguridad del botón de acuse de recibo en el programa Estándar tiene el fondo azul claro.

4.- Salvar el FB-F

3.3.5.1 Especificar el grupo de tiempo de ejecución

1. En el Simatic manager, seleccionar el menú de comando Herramientas>Edit Safety program. Aparece en cuadro de dialogo del programa de seguridad.
2. Hacer click en el botón de "F-Runtime groups".
Nota: Los blocks-F no deben ser llamados directamente en el OB; más bien deben ser insertados en uno (o dos) grupos de F-Runtime.
- 3.- Hacer click en el botón "New." para abrir el grupo de dialogo "Define New

F-runtime group”. Hacer los siguientes ajustes al F-runtime group.

- Ingresa el FC 100 como block F-CALL para el nuevo grupo runtime. Este FC se crea automáticamente tan pronto como se sale del “Edit F- Runtime groups” con “OK”.
- Define el block de programa F en el Runtime group seleccionando el F-FB programado previamente de la lista desplegada que se definió como el block de grupo runtime del programa F de nuestro proyecto.
- Dado que el Block F-program es un bloque de función en nuestro proyecto se asigna un DB de instancia a este (por ejemplo, el DB100). Este DB-I es creado automáticamente tan pronto como se abandona el “EditF- Runtime Groups” con “OK”
- Ajustar el ciclo máximo de tiempo del F- Runtime a “100 ms”

El cuadro de dialogo aparecerá como se ve en la Figura 3.22.

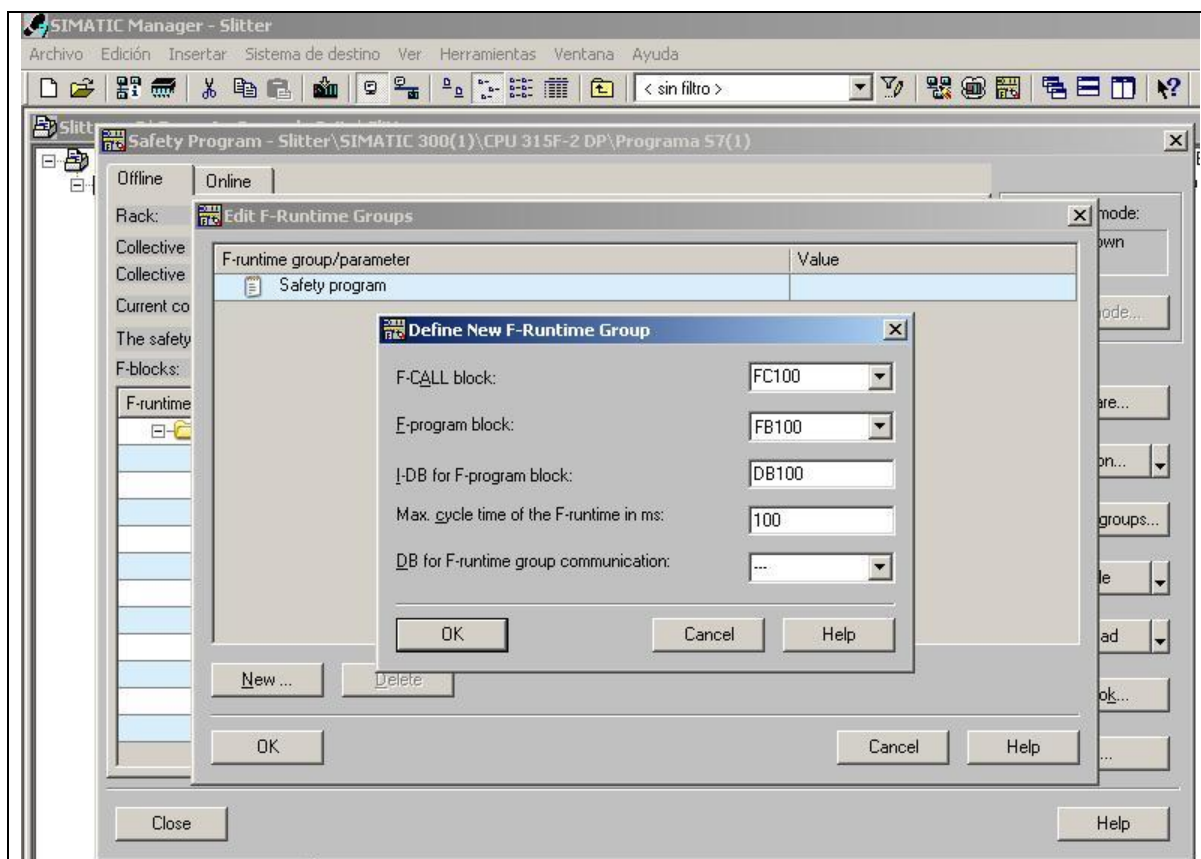


Fig. 3.22
Ajuste del tiempo de ciclo del FC100

Nota: El F-Call es un block para llamar al grupo F- Runtime del programa estándar de usuario. El F_Call incluye los llamados al para el block y los llamados automáticos adicionales de F-blocks del grupo Runtime. Se crea el F-Call pero no se puede editar.

Nota: El block F-program es un F-FC o F-FB (con DB de instancia) que convierte al F-program cuando se asigna al F-Call. Se pueden hacer los siguientes blocks de programa.

- Programar el programa de seguridad con F-FBD o F-LAD
- Llamar otros F-FB/F-FCs creados para estructurarlos al programa de seguridad.
- Insertar F-blocks de las F_Application de la biblioteca-F del Distributed Safety
- Insertar F-Blocks de la biblioteca-F personalizada.
- El usuario define la secuencia de llamado de los Blocks-F dentro del block del programa-F
- Cierra el cuadro de dialogo con “OK”

4 Regresar al cuadro de dialogo del “Edit F-Runtime groups” y aparecerá ahora así como se ve en la Figura 3.23:

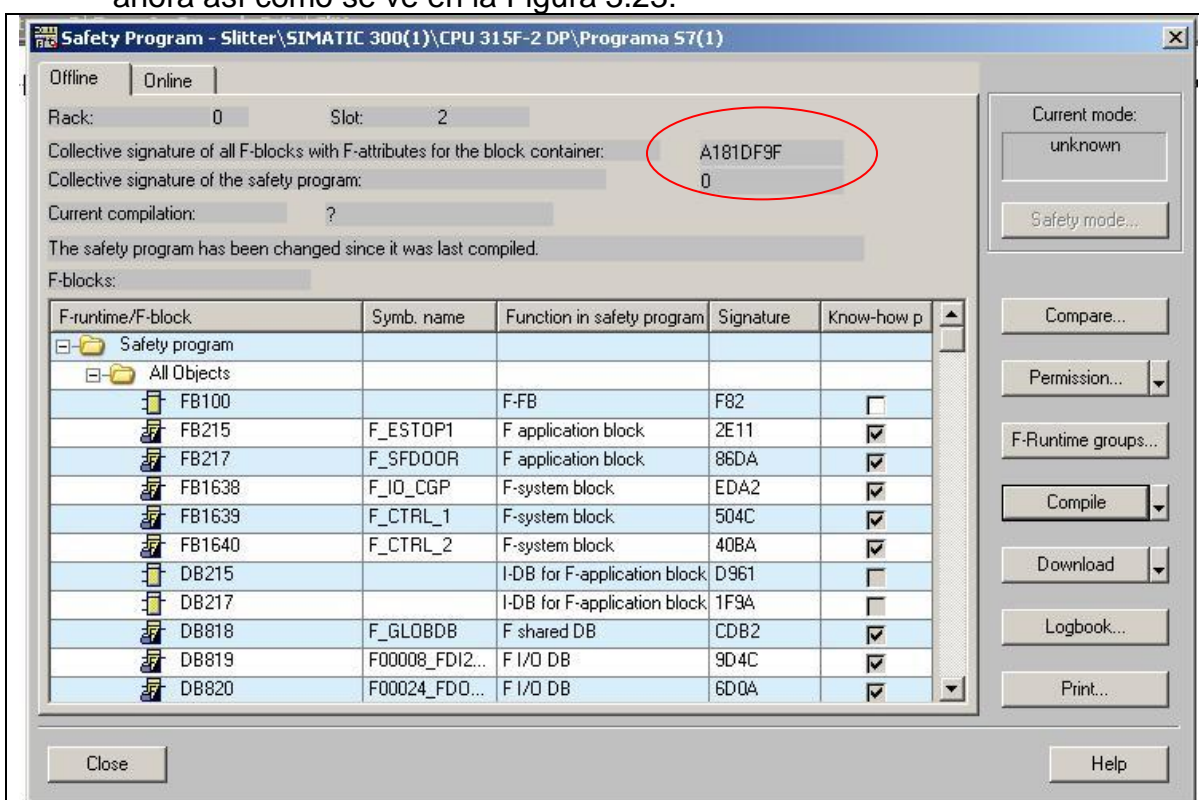


Fig. 3.23

Alta del FB100 al programa cíclico

Cerrar el cuadro de dialogo con “OK”

- 5 Se abre una ventana de mensaje preguntando si se desea crear otros blocks que se necesiten. Para este proyecto son todos los necesarios F-Call (FC 100) y el DB-I para el F-program block (DB 100). Confirmar haciendo click en “OK”
- 6 Regresando a la ventana de diálogo aparecerá como en la Figura 3.24.

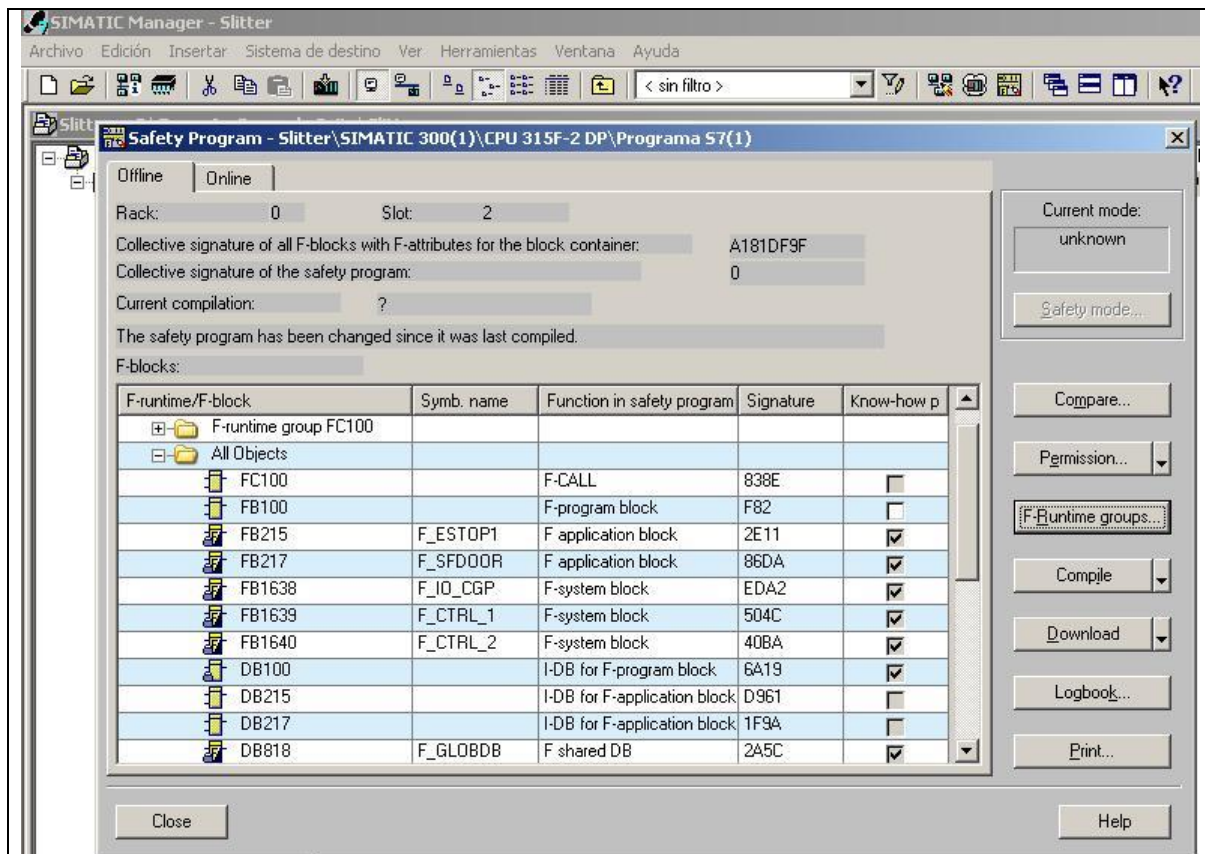


Fig. 3.24
El FC100

Ahora el programa de seguridad se ha creado, pero aún no ha sido compilado. La firma colectiva e I los F-Blocks con el F-Atributo del block contenido y la firma colectiva del programa de seguridad difiere.

3.4 Compilar el programa de seguridad

1. Dar click en el botón de compilar dentro del cuadro de dialogo del programa de seguridad. Se realiza una prueba de consistencia en los blocks-F involucrados en el runtime cuando el programa de seguridad es compilado. En otras palabras, el programa de seguridad es verificado para errores. Todos los mensajes de errores son desplegados en la ventana de errores. Una vez que la prueba de consistencia es completada exitosamente los blocks-F de sistema requeridos son generados automáticamente e insertados en el runtime para crear un programa de seguridad ejecutable.
2. La firma colectiva de todos los blocks-F con el Atributo-F y la firma colectiva de programa deben coincidir. En otras palabras, se ha generado un programa de seguridad ejecutable consistente. Dar click en cerrar para confirmar en el "Safety Program" para cerrar el cuadro de dialogo.

3.4.1 Llamado al programa de seguridad en el programa cíclico.

1. El programa de seguridad es accesado llamando al F-Call del programa de usuario. Llama al F-Call en el ciclo de interrupción OB 35 como se muestra en la Figura 3.25

Nota: Se necesita insertar el ciclo de interrupción OB 35 de antemano en el Simatic manager

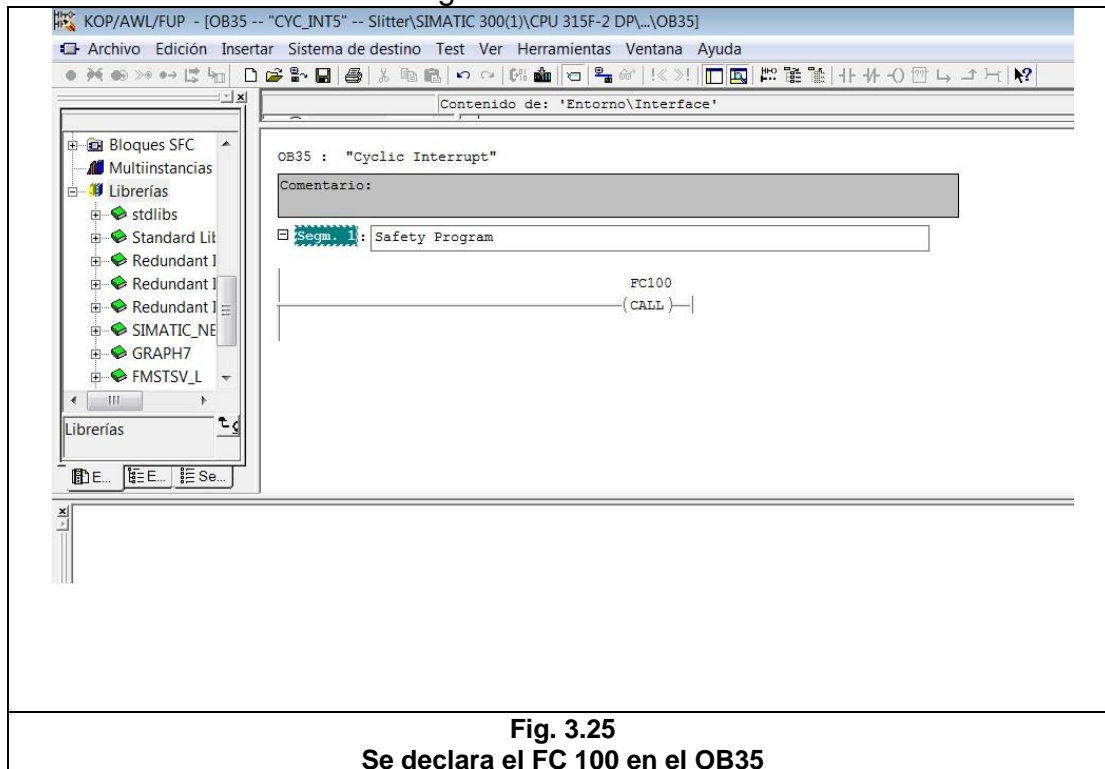


Fig. 3.25
Se declara el FC 100 en el OB35

Nota: Los ciclos de interrupción tiene la ventaja de interrumpir el ciclo de ejecución del OB1 del programa estándar de usuario a intervalos fijos de tiempo, esto es el programa de seguridad se ejecuta a intervalos fijos de tiempo en un OB de interrupción cíclica.

Una vez que el programa de seguridad es ejecutado, se reanuda el programa estándar de usuario.

3.4.2 Descarga completa del programa de seguridad en la F-CPU y activar el modo seguro

1. En el Simatic Manager seleccionar **Options>Edit Safety Program** del menú de comandos.
2. Pulsar el botón “Download”
3. Se despliega un mensaje que ofrece la opción de descarga del programa estándar de usuario y agregar el programa de seguridad. Confirmar pulsando “YES” como se ve en la Figura 3.26

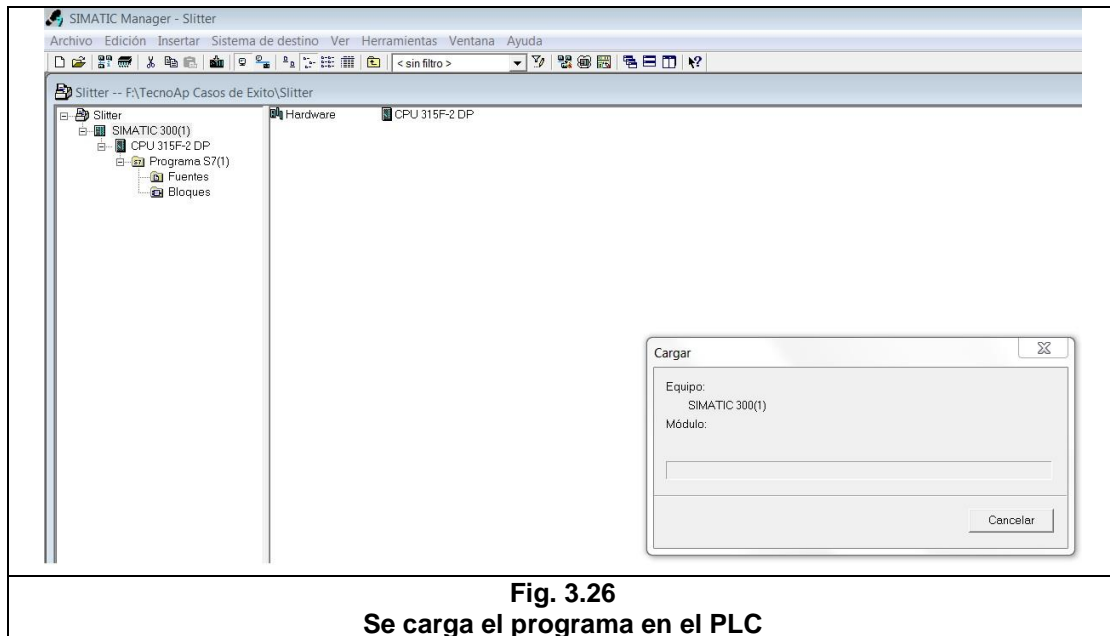


Fig. 3.26
Se carga el programa en el PLC

Nota: Si solo se descargan los F-Blocks el block del F-Call (el de interrupción cíclica OB 35 en el proyecto) no se descarga. Entonces se debe descargar el OB de la misma forma que el programa estándar.

Nota: para descargar el programa de seguridad completo, la CPU-F debe estar en modo STOP. Una nota se despliega ofreciendo descargar el programa estándar junto con el programa de seguridad.

4. En el cuadro de dialogo del programa de seguridad, seleccionar la opción "Offline" y "On line" para verificarlas firmas colectivas de todos los blocks con atributos F y que coincida el programa en línea con el fuera de línea.
5. Para activar el modo de Seguridad cambiar la CPU-F de modo Stop a Run.
Nota: Un programa de seguridad ha sido creado y se necesitara verificar el desempeño de todas las funciones de seguridad.

La Fig 3.27 representa la estructura esquemática del programa de seguridad para el S7 Distributed Safety.

Para fines prácticos, el programa de seguridad consiste de uno o dos grupos Rintime-F. Cada grupo F-runtime contiene:

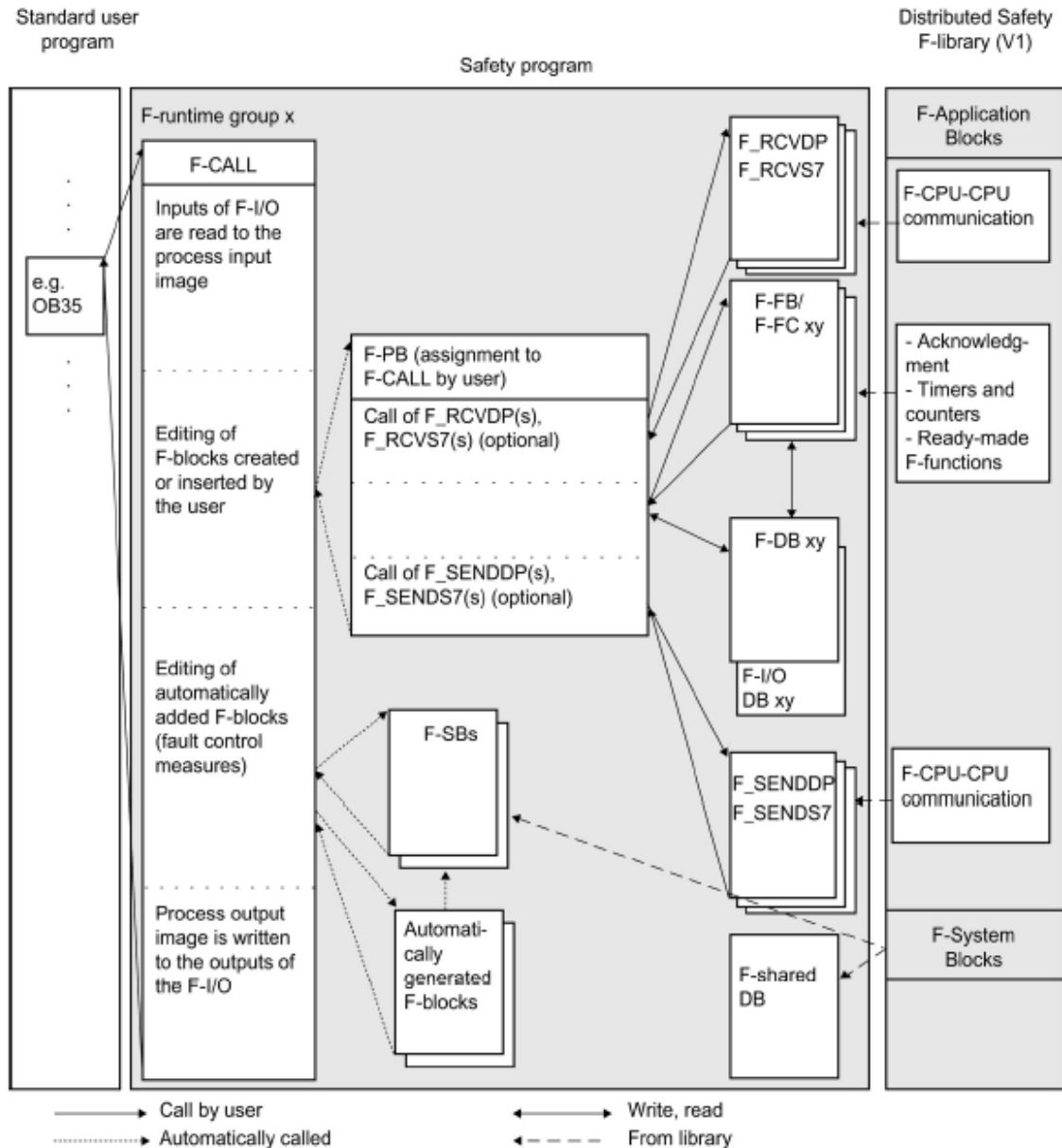


Fig. 3.27 Representación de la estructura del programa

Para la CPU-F

Como regla general, es suficiente si la F-CPU utilizada cumple al menos los mismos requisitos que la CPU estándar en el caso de que se utilice como control de un proceso en cuanto a rendimiento o perfil de desempeño (incluyendo posibilidades de comunicación). El más importante los valores característicos son

la velocidad de procesamiento de la CPU a partir de la cual el tiempo de ciclo y seguridad distribuida. De este modo, el tiempo de respuesta del sistema de automatización y el tamaño de trabajo, y memoria que debe acomodar las partes relacionadas con la ejecución del estándar y Programas de seguridad.

Para las tarjetas de entradas/salidas

Los módulos de entrada y salida estándar y relacionados con la seguridad (F-DI / DO) pueden operar juntos en configuraciones mixtas. Los módulos F-DI / DO requeridos en lugar de los de relé de seguridad también podría integrarse en una estación ET200S ya existente. Todos los módulos de E / S ya utilizados, incluido su cableado, pueden seguir utilizándose sin alterar la seguridad. Si la función peligrosa de la planta se implementa en Cat.4, entonces el F-DI y los módulos F-DO deben insertarse en un grupo potencial separado o deben estar aislados de los módulos estándar por un módulo de potencia adicional.

Para la comunicación Profibus

La comunicación relacionada con la seguridad entre F-CPU y los módulos F-DI / DO que utilizan Profibus está integrada en los módulos a prueba de fallos. Se ejecuta automáticamente y no tiene que ser programado, independientemente de F-DI / DO. Los módulos se utilizan de forma centralizada o distribuida a través de PROFIBUS o PROFINET (basada en el protocolo de Ethernet). Y la comunicación estándar configurada no se ve afectada por la seguridad relacionada a la comunicación.

CAPÍTULO IV

PROGRAMACIÓN DEL PANEL DE OPERADOR

4.1 Introducción a la interface HMI

El aumento de la demanda en los procesos y las mayores exigencias de funcionalidad a las máquinas y a las instalaciones, hacen imprescindible una máxima transparencia. La interfaz hombre-máquina (HMI) ofrece esta transparencia.

Un sistema HMI representa la interfaz entre el hombre (operador) y el proceso (Máquina/instalación). El autómatas posee el verdadero control sobre el proceso. Por lo tanto existe una interfaz entre el operador y el panel de operador y el autómatas. Un sistema HMI se encarga de:

- Representar procesos
El proceso se representa en el panel de operador. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.
- Controlar procesos
El operador puede controlar el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, el operador puede especificar un valor teórico para el autómatas o iniciar un motor.
- Emitir avisos
Si durante el proceso se producen estados de proceso críticos, automáticamente se emite un aviso (por ejemplo, si se sobrepasa un valor límite especificado).
- Archivar valores de proceso y avisos
El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso. De esta forma se puede documentar el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder a anteriores datos de producción.
- Documentar valores de proceso y avisos
El sistema HMI permite visualizar avisos y valores de proceso en informes. De este modo podrá, por ejemplo, emitir los datos de producción una vez finalizado el turno.
- Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina
El sistema HMI permite almacenar los parámetros de proceso y de máquina en "Recetas". Dichos parámetros se pueden transferir, por ejemplo, desde el panel de operador al autómatas en un solo paso de trabajo para que la producción cambie a otra gama de productos.

A los sistemas HMI en computadoras se les conoce como software HMI o de monitoreo y control de supervisión. Las señales de proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la PC, PLC's, RTU o variadores de velocidad. Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que el HMI pueda entender. Básicamente hay dos tipos de HMI, los desarrollados a medida en entornos de programación gráfica, como VC++, Visual Basic, Delphi, etc, y por otra parte los paquetes embebidos HMI, que consisten en paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándar de los sistemas SCADA, Ejemplos de este tipo de paquetes son el Wonderware y el WinCC flexible.

La línea consta de una red Profibus con 2 cabeceras de Bus, conectados a PLC S7-300 F y una red MPI conectada del PLC a la HMI. En la Figura 4.1 se observa el gabinete y el panel, así como la red de comunicación.

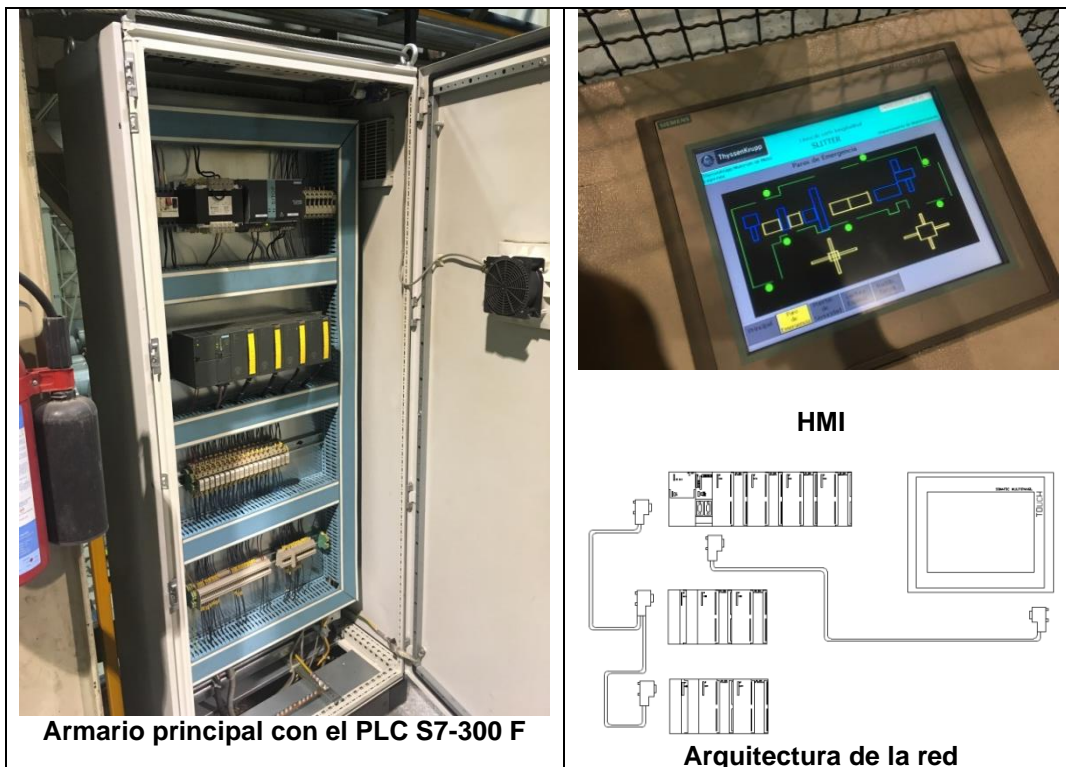


Fig. 4.1
Descripción del proyecto

4.1.1 Software para programación de la HMI, WinCC Flexible 2008 SP2

WinCC flexible es un software HMI de SIEMENS utilizado para aplicaciones industriales, a través de él, es posible crear, controlar y visualizar procesos. La función runtime que posee permite:

- La comunicación con los sistemas de automatización
- La visualización de las imágenes en la pantalla
- El control del proceso, p. ej., mediante entrada de valores de consigna o mediante apertura y cierre de válvulas.
- La grabación de los datos actuales de runtime, como por ejemplo, los valores de proceso y los eventos de aviso

4.2 Iniciar WinCC flexible

Para iniciar WinCC flexible se ejecuta el programa desde el icono en el escritorio de una PC y aparece como se muestra en la Figura 4.2

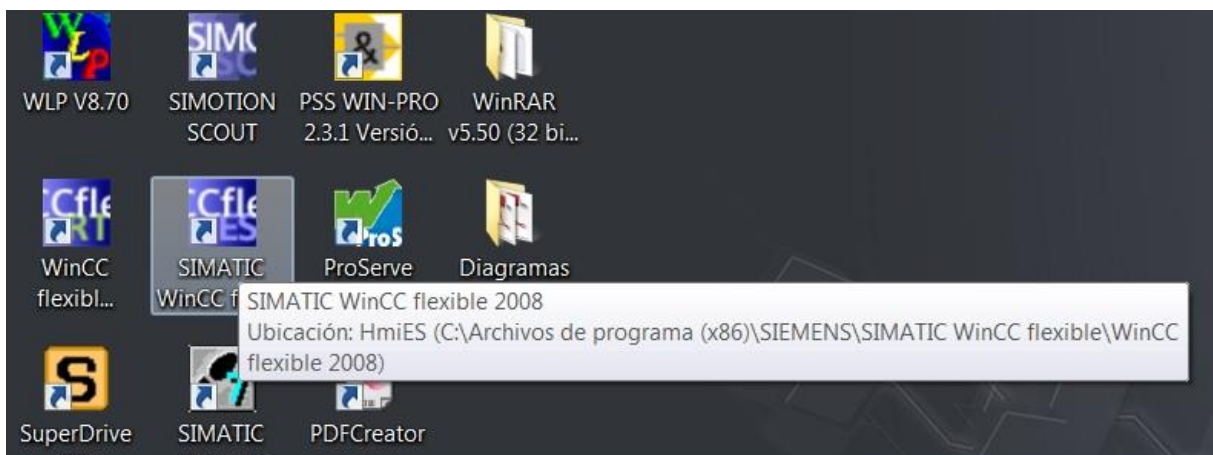


Fig. 4.2
Ubicación del Icono autoejecutable de WinCC Flexible

De inicio, solo se ejecuta el asistente de creación de proyectos de WinCC flexible como una guía paso a paso para el proceso de configuración, este ofrece distintas opciones para las configuraciones más utilizadas.

4.2.1 Iniciar con un proyecto nuevo

Para crear un proyecto nuevo, se elige la opción “crear proyecto nuevo con el asistente de proyectos” como se indica en la Figura 4.3

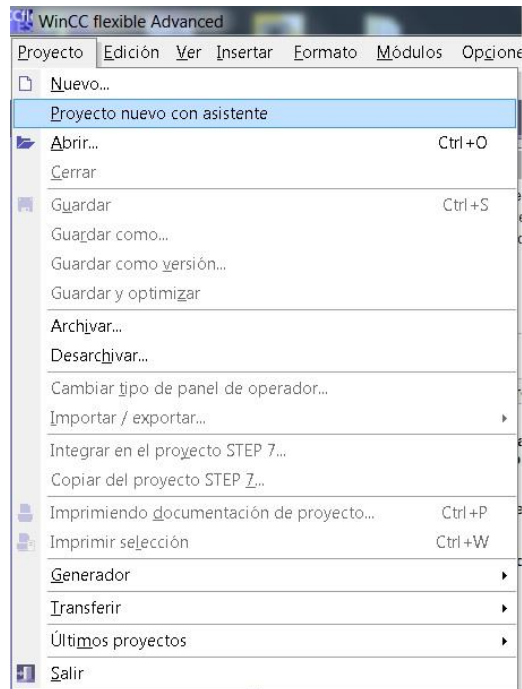


Fig 4.3
Abrir el asistente de proyectos nuevos

Selección de la configuración de equipos para conectar el PLC con el HMI. Se selecciona “maquina pequeña” en el asistente de proyectos como se muestra en la Figura 4.4, porque en el presente sistema solo se utiliza un PLC y un panel operador.

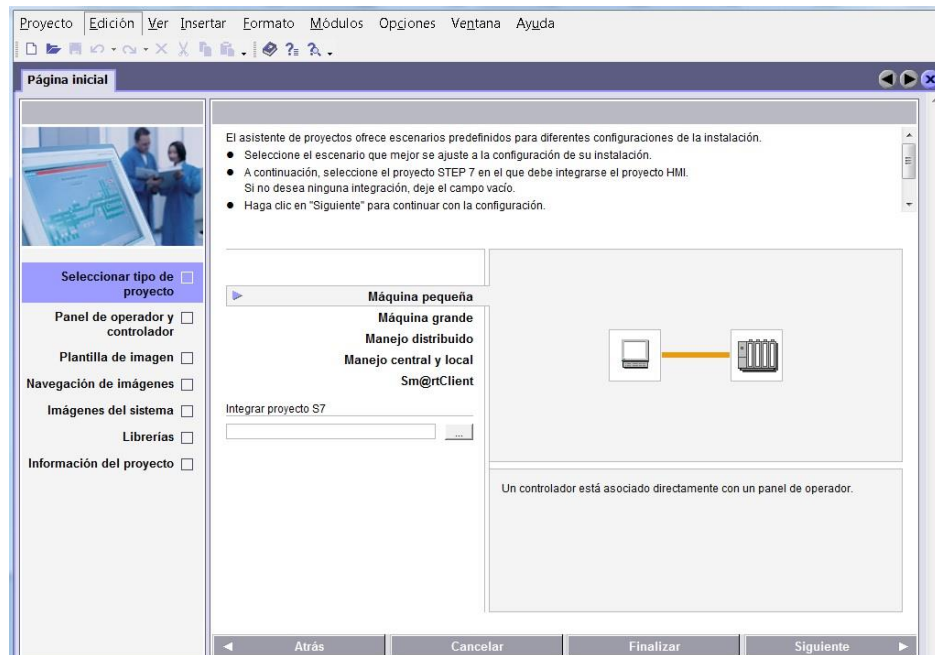


Fig. 4.4
Selección del tipo de proyecto

Los sistemas monopuesto como el de la Figura 4.5, se utilizan principalmente en la planta de producción, pero también sirven para controlar y visualizar procesos parciales o partes independientes de sistemas.

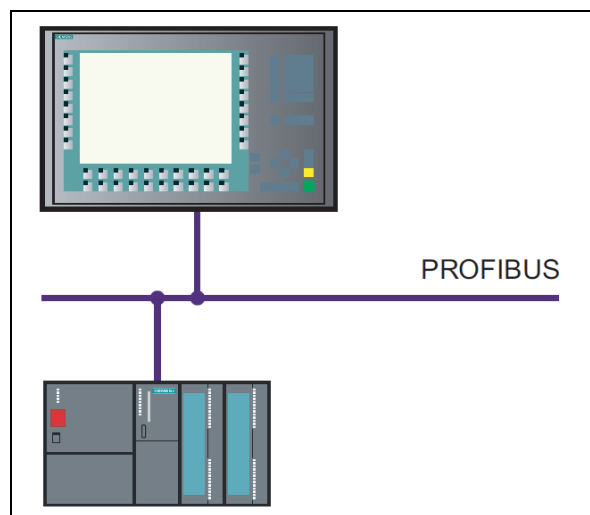


Fig. 4.5
Configuración monopuesto

4.2.2 Selección del panel de operador, la conexión y el PLC

Para elegir el panel operador, en la opción *Tipo de panel operador* se da clic en panels, luego en "Multi Panels" y de la lista que aparece se selecciona el Multi Panel MP 377 12" Touch, por último se le da clic en aceptar como se muestra en la Figura 4.6.

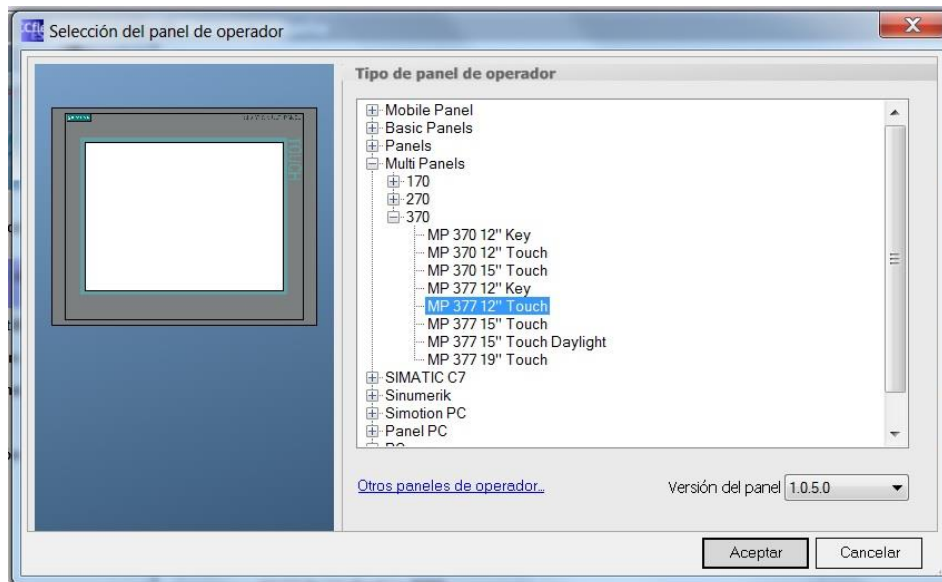


Fig. 4.6
Selección del panel de operador

Lo siguiente es establecer el tipo de conexión a utilizar entre el panel y el PLC, se escoge la opción *IF1 B* para utilizar el cable Multi Port Interfase (MPI) como se muestra en la Figura 4.7.

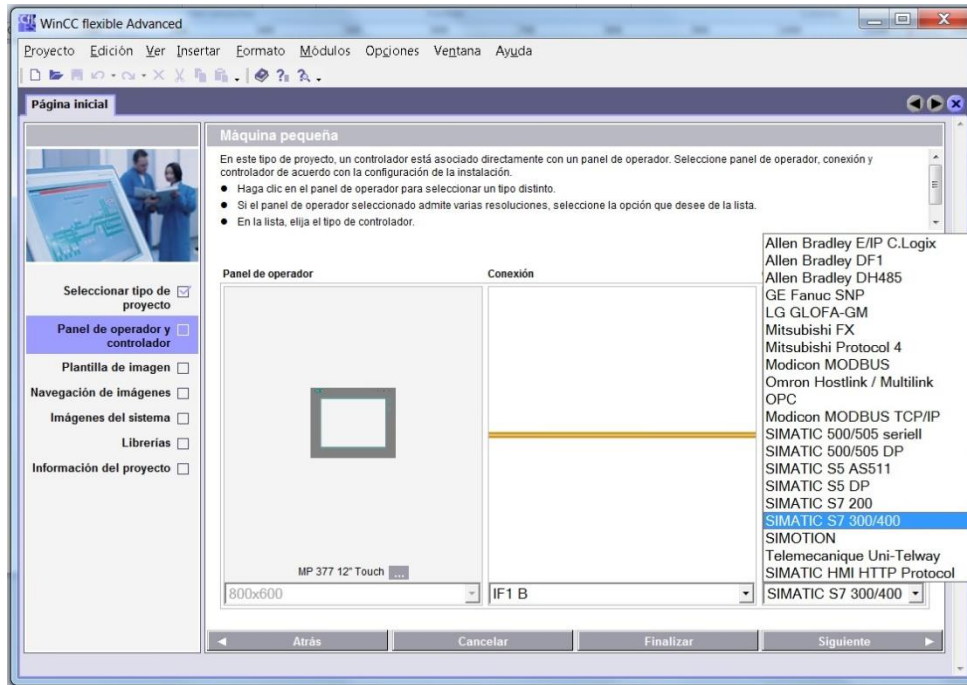


Fig 4.7
Selección de conexión y selección del controlador S7 300

4.2.3 El proyecto

Terminada la configuración con el asistente de proyectos aparece la ventana de la Figura 4.8 en WinCC flexible con el nuevo proyecto creado.

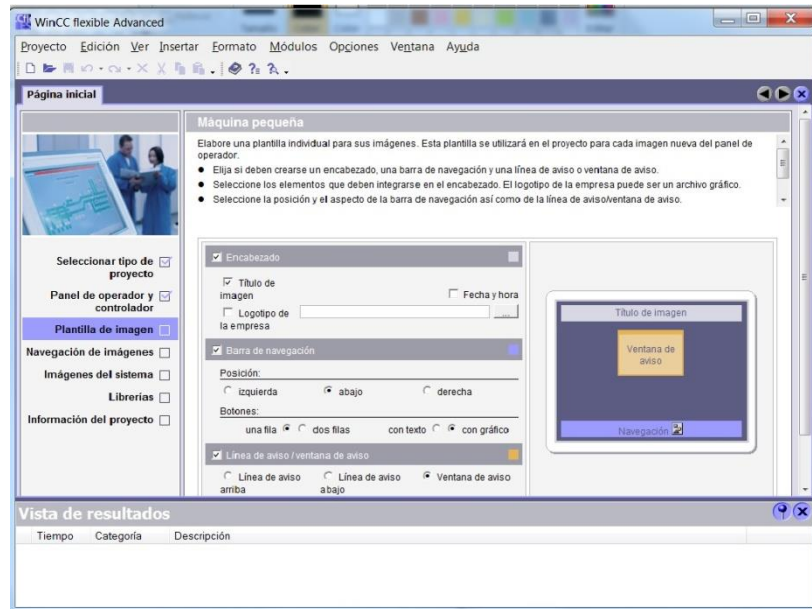


Fig. 4.8
Crear un proyecto nuevo

En la Figura 4.9 se muestran los siguientes áreas de trabajo:

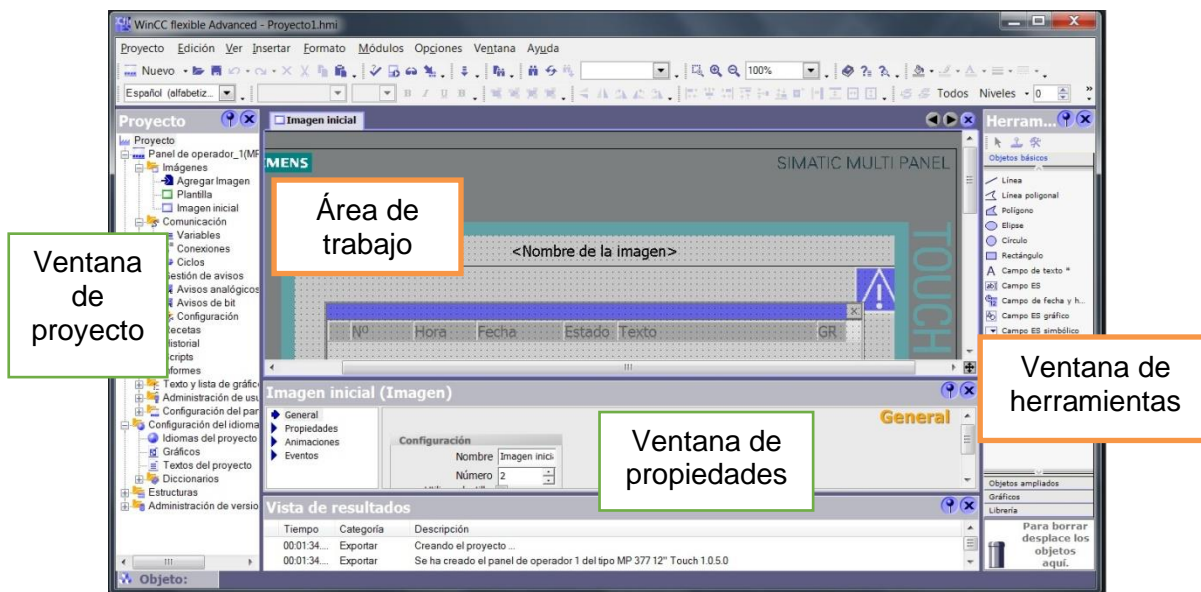


Fig 4.9
Proyecto de Win-CC Flexible

En el área de trabajo se editan los objetos del proyecto. Todos los elementos de WinCC flexible se agrupan en torno al área de trabajo. A excepción del área de trabajo, todos los elementos se pueden disponer y configurar en función de las necesidades del usuario, ejemplo desplazar u ocultar.

En la ventana de proyecto se visualizan en una estructura de árbol todos los componentes y editores disponibles de un proyecto, pudiéndose abrir desde allí. Además, a partir de dicha ventana es posible acceder a las propiedades del proyecto, así como a la configuración del panel de operador.

En la ventana de propiedades se editan las propiedades de los objetos, como el color de los objetos, de imagen y otras características adicionales. La ventana de propiedades sólo está disponible en algunos editores.

La ventana de herramientas contiene una selección de objetos que se pueden insertar en las imágenes, tales como los objetos gráficos o los elementos de mando. Asimismo, la ventana de herramientas dispone de librerías con objetos ya preparados, así como de colecciones de bloques de imagen.

4.2.4 Crear una plantilla

La plantilla que ofrece WinCC flexible para el panel de operador seleccionado, se puede utilizar como plantilla para las imágenes del proyecto como en la Figura 4.10. La plantilla Objetos se puede definir de forma centralizada y asignar teclas de función de forma global. Para algunos paneles de operador se pueden depositar en la ventana permanente aquellos objetos que deban integrarse en todas las imágenes.

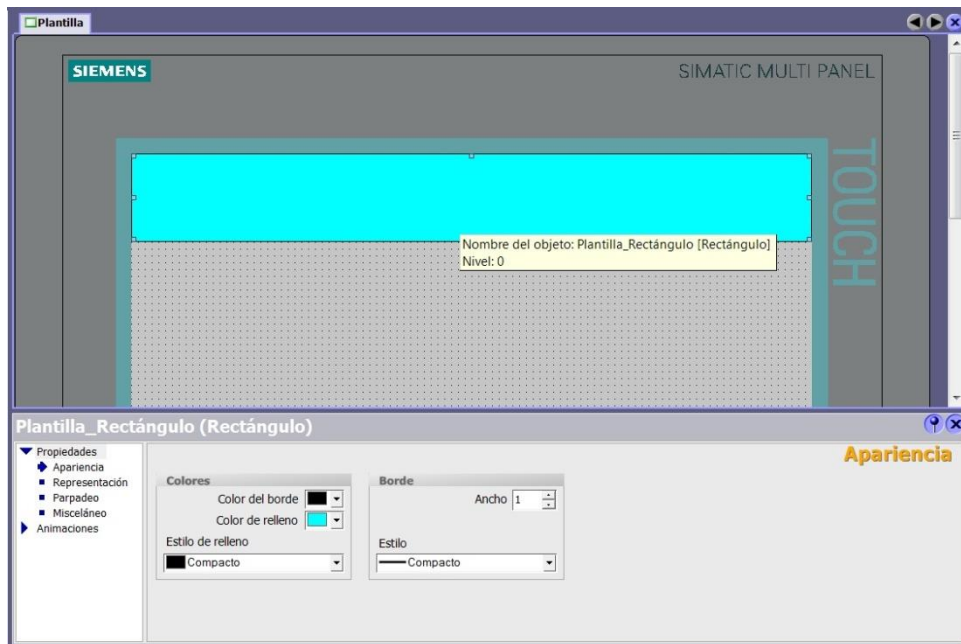


Fig. 4.10
Creación de una plantilla

En este caso se crea el marco con los datos más importantes del proyecto los cuales se observan en la Figura 4.11.

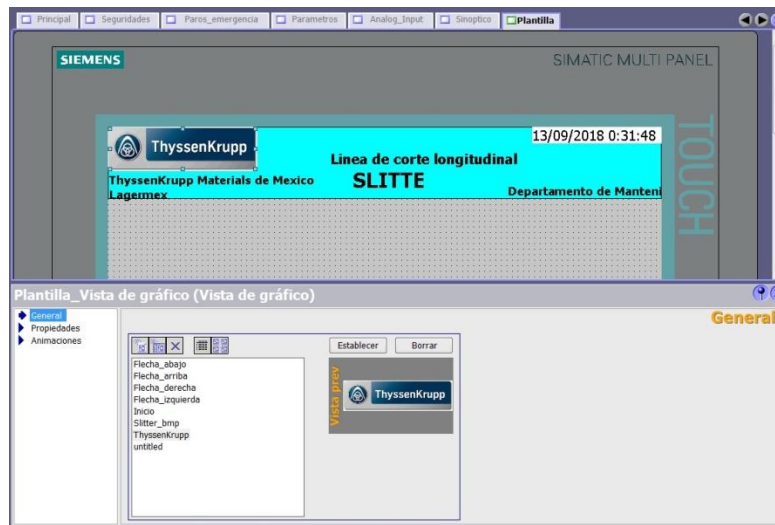


Fig. 4.11
Encabezado del proyecto

En el encabezado debe llevar el Logo de la empresa y la razón social, en la parte superior izquierda, en medio, el nombre de la línea y en la parte derecha, la fecha y hora actuales, junto con el grupo que desarrolló el proyecto, como se observa en la Figura 4.12.

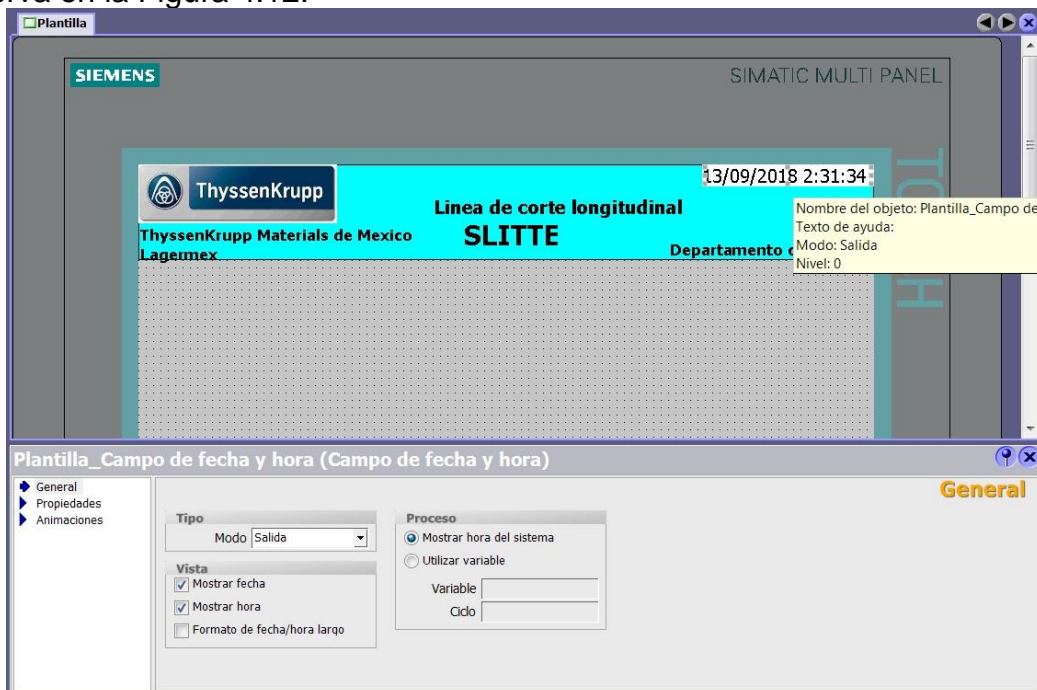


Fig. 4.12
Encabezado del proyecto, aplicación para display de fecha y hora.

4.2.5 Imagen nueva, paros de emergencia

Para crear una imagen nueva que es el equivalente de una imagen y aplicaciones nuevas, se hará de la siguiente forma:

En el área de “Proyecto” con el botón derecho del mouse nos posicionamos en “Imágenes” y seleccionamos una nueva imagen la cual abreviamos con el nombre de Paros emergencia. En esta imagen vamos a importar una imagen del Lay Out de la línea para ubicar más rápido el lugar y distribución de los componentes en la línea.

4.2.6 Imagen principal

Para las características de la primera imagen y las subsecuentes es que tendrá como fondo la imagen creada en la plantilla, pero se le agregarán más propiedades como son un menú general con la posibilidad de poder navegar entre varias pantallas con solo oprimir el botón deseado como se observa en la Figura 4.13.

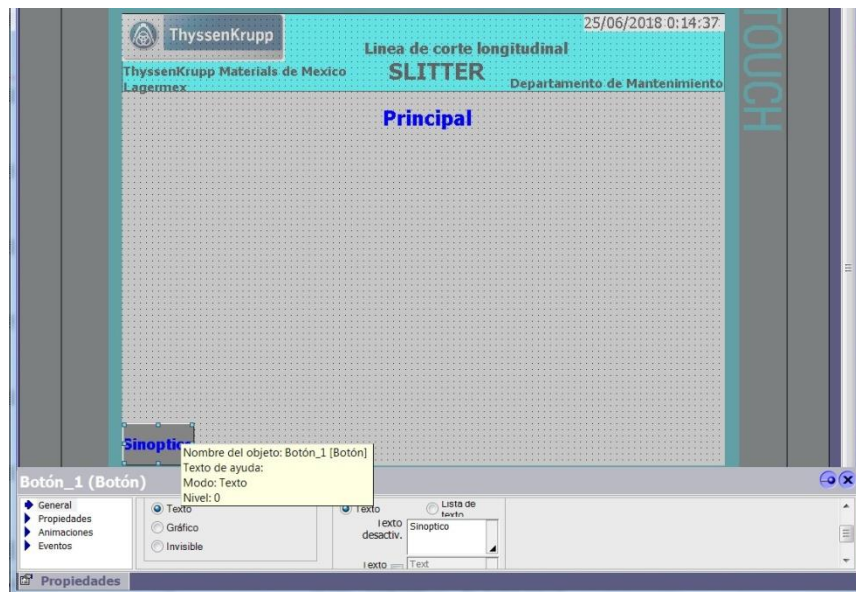
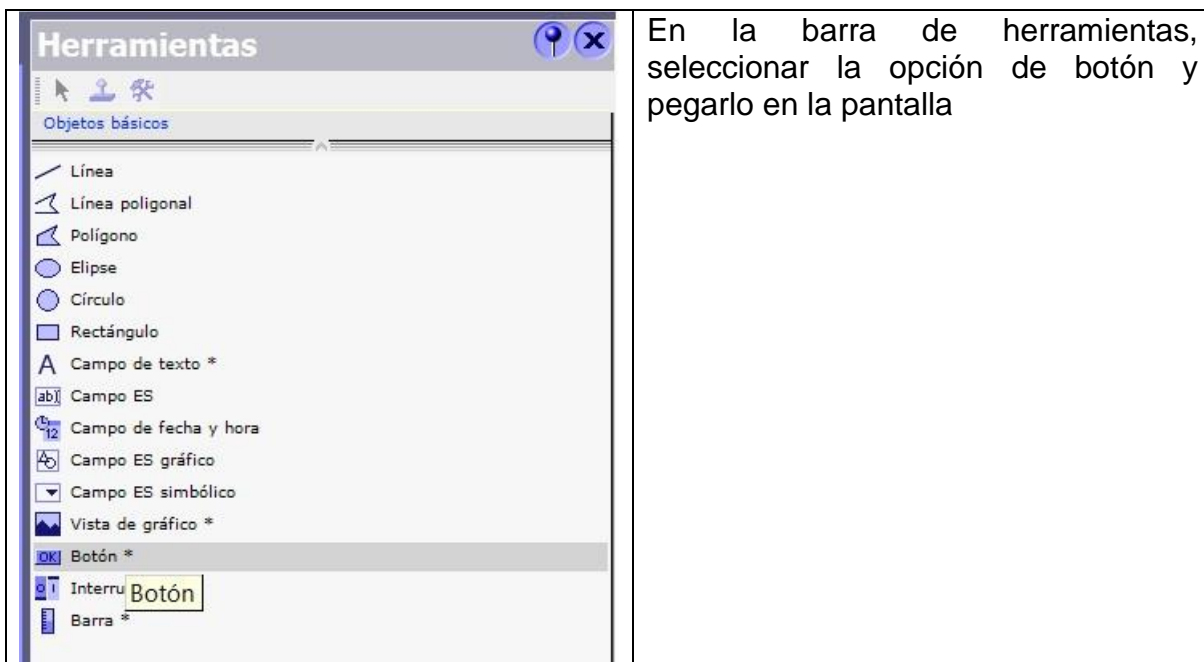


Fig. 4.13
Ventana principal

El primer botón será el sinóptico de las condiciones de la línea vistos como Graf set (etapa y transición). Este y los subsecuentes se crearán de la siguiente manera:

Dar clic a la imagen del botón como se observa en la Figura 4.14 y después con el botón derecho del mouse, abrir las propiedades que aparecen en La ventana de propiedades y en la columna de propiedades seleccionar eventos y se desplegarán todas las propiedades, y vamos a seleccionar la opción de eventos la opción de soltar, esto es cada vez que se pulse este botón, en el momento de soltar se deberá activar la imagen llamada sinópticos de la opción de “activarimagen” como se observa en la Figura 4.15.



En la barra de herramientas, seleccionar la opción de botón y pegarlo en la pantalla

Fig. 4.14
Menú de la barra de herramientas



Fig. 4.15
Detalle de Botón_1

Para la imagen de los paros de emergencia, se abrirá una nueva imagen con el nombre de paros de emergencia. El grafico de fondo se crea importando una imagen de archivo en la opción Graphic View, en el menú de opciones como se muestra en la Figura 4.16

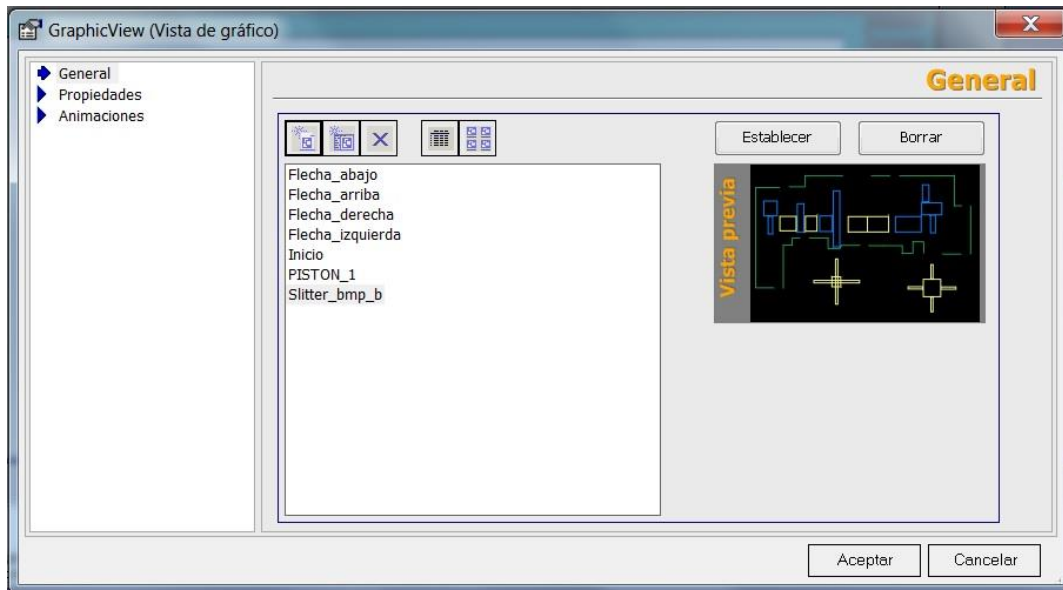


Figura 4.16
Insertar imagen

Una vez colocada la imagen del tamaño requerido, se agregarán de la barra de herramientas, unos círculos que simulen ser los botones paro de emergencia tipo hongo, con la modalidad que si están en color rojo significa que se encuentran activados y si están en verde significa que se encuentran desactivados. En este caso, en la ventana de Propiedades seleccionamos la opción de animaciones y aquí la pestaña de apariencia, en la opción de Variable, el texto simbólico con el que reconoceremos a la variable de tipo Bit, y por último en valores, si tenemos el valor de lectura 0 le asignamos el color rojo con la opción de intermitencia (parpadeo) y si la variable está en 1 le asignamos el color verde fijo, que hará más fácil su diagnóstico, tal como se observa en la Figura 4.17.

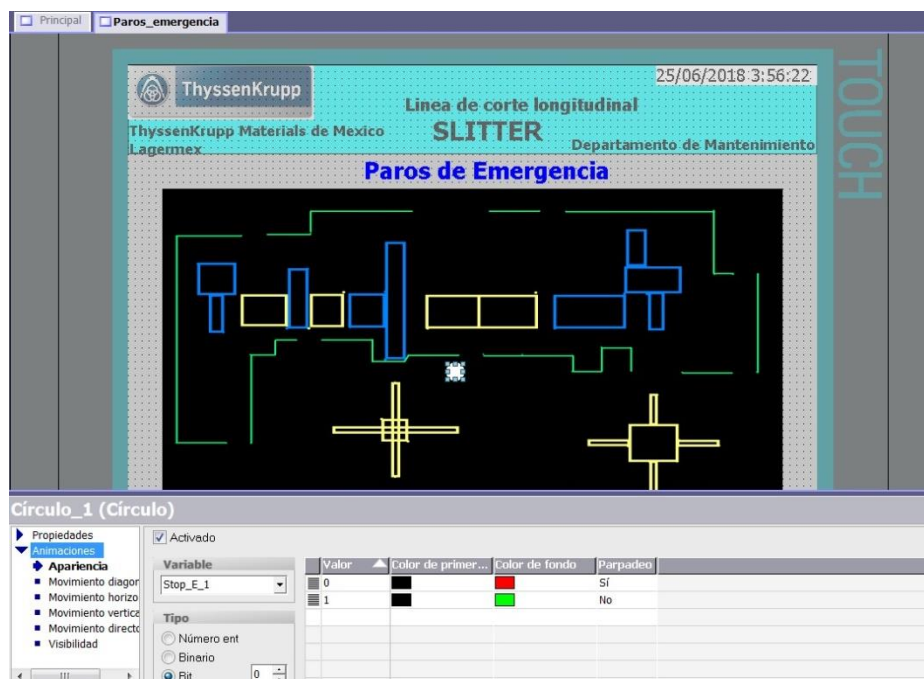


Fig. 4.17
Características de la Pantalla de paros de emergencia

Para la imagen de Puertas de seguridad realizamos los mismos pasos que para los paros de emergencia, solo que haremos una lista de variables para evitar una duplicidad en las variables.

Para este caso creamos una lista de variables desde el árbol del proyecto, en la opción de Panel de Operador, en la pestaña de Comunicación abrimos la opción de Variables y aquí podemos dar de alta todas las variables que se vayan a ocupar. Para el ejemplo del paro de emergencia, asignamos el simbólico “Stop_E_1, en la columna de comunicación, por default asignamos Conexión_1 de tipo Booleano y leemos directamente del PLC la variable M10.0 y en el tiempo de Scan le asignamos cada 1 segundo que se actualice esta lectura de variable. Ver la Figura 4.18

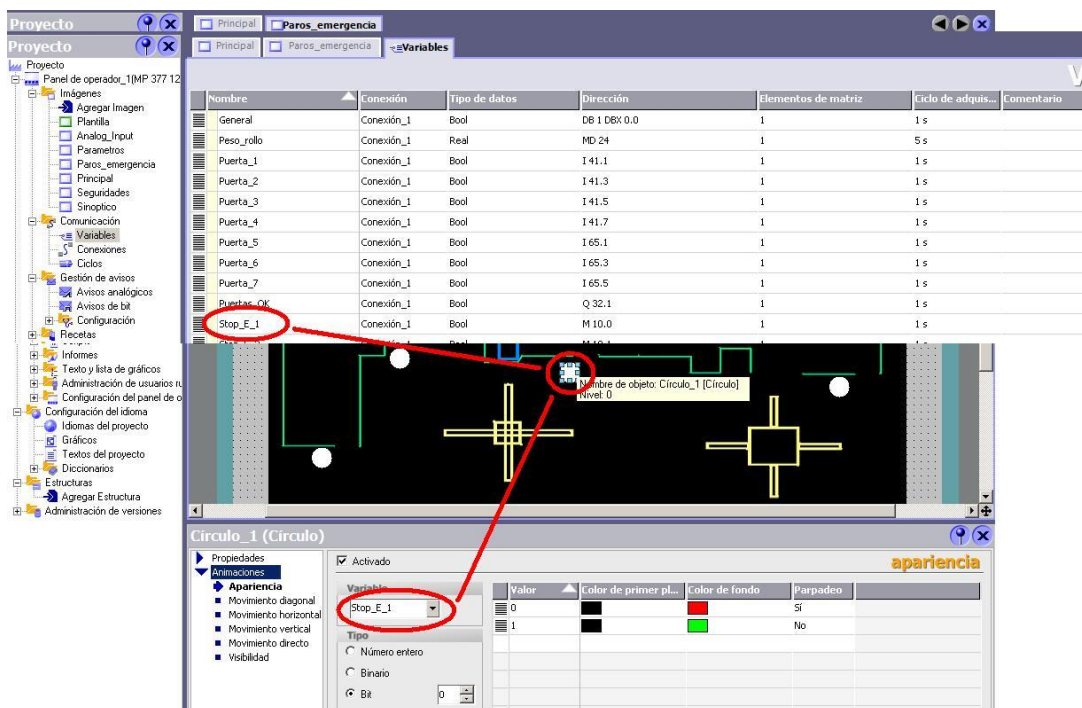


Fig 4.18
Asignación de variables al proyecto

4.2.7 Transferir el proyecto

Transferencia

Por transferencia se entiende la acción de transferir un archivo de proyecto compilado a los paneles de operador en los que se deba ejecutar el proyecto.

Modo de transferencia

Para poder transferir los datos, el panel de operador deberá estar en "modo de transferencia". Dependiendo del tipo de panel de operador, el modo de transferencia se activa de la manera siguiente:

- Sistemas Windows CE

En la primera puesta en marcha el panel de operador arranca automáticamente en el modo de transferencia.

Si la opción de transferencia está activada en la configuración del panel de operador, éste cambiará automáticamente al modo de transferencia cada vez que se inicie una transmisión. De lo contrario, deberá reiniciar el panel de operador y llamar al subprograma de transferencia en el menú Inicio, o bien configurar en el proyecto la función del sistema "Cambiar el modo de operación"

4.2.8 Transferir el proyecto al panel MP 377 Touch.

Para transferir el proyecto del PC de configuración al panel operador hay que verificar las conexiones que están pre ajustadas ya sea a través de una red de MPI o a través de Ethernet; para el caso de este proyecto se trabaja con la red MPI, y se verifica que la configuración sea como se muestra en la Figura 4.19 Una vez verificada la configuración se procede a conectar físicamente el panel operador con el PC de configuración a través de la red RS485 MPI y por último se configura la transferencia hacia el panel.

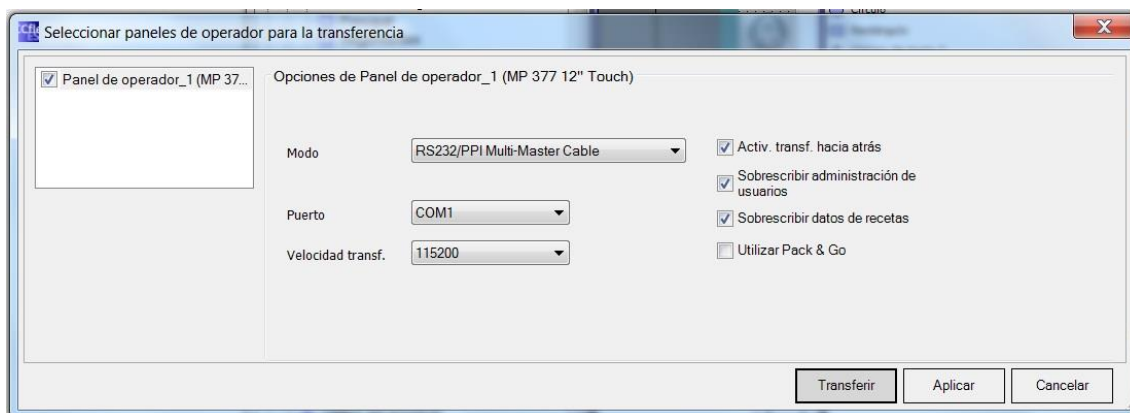


Fig 4.19
Ajuste para transferir un proyecto al panel

Al momento de establecer una comunicación, es necesario verificar y colocar correctamente los parámetros relacionados a ella, ya que con frecuencia se presentaron inconvenientes que impedían la comunicación, como por ejemplo establecer las mismas velocidades de transmisión, verificar el estado de los DIP switches de la interface del panel, colocar el panel operador en modo transferencia para efectuar la comunicación con la PC y verificar los canales del mismo, por ultimo al momento de conectar el panel con el PLC para la puesta en marcha del proyecto, el cable PROFIBUS debe ir con la resistencia de terminación ON en el

extremo del panel y en el extremo del PLC. Después de realizado este proyecto, se logró la comunicación.

Conclusiones

En un principio el proyecto pareció descansar en la parte electrónica y de programación, es decir en la seguridad con redundancia para asegurar que todo el equipo instalado trabaje correctamente. Pero el sustento de un proyecto de seguridad es, la aplicación de los estándares y la instalación de los componentes para su correcto funcionamiento. Así como también el cumplimiento de la legislación que se aplique para garantizar su funcionamiento seguro.

Como punto de partida se recurre a consultar la norma NOM-004-STPS-1999, porque como primera instancia se debe cumplir con las normas, disposiciones y regulaciones nacionales vigentes. En el número 8 del mismo documento "Protectores y dispositivos de seguridad" menciona los principales puntos a cumplir. Como la norma es muy general, se recurre primero a consultar estándares internacionales sobre las guardas de protección.

En esta parte del proyecto, se tiene ya contemplado que el enrejado perimetral será parte de la solución a la seguridad, pero con certeza ¿qué tanto forma parte? Para esto, se recurrió al estándar ASME B15 y en este estándar se detallan las cualidades que debe cumplir principalmente las puertas de acceso a la línea y, en base a los requisitos de diseño que se piden, se concluye que debe utilizarse un cerrojo electromecánico.

En base a la experiencia laboral se tomó la decisión de la marca y modelo para el cerrojo electromecánico con lengüeta y la forma en que estos se implementaron.

En este punto está definido el método, pero falta la forma. Para este cerrojo electromecánico retomando el Capítulo I sabemos que necesita un control eléctrico o electrónico cerrado que esté directamente cableado a los movimientos de la línea, es decir que si se abre alguna de las puertas de acceso a la línea, el control pueda bloquear los movimientos y energías peligrosas.

Hasta esta etapa del proyecto ya tenemos definido el cerrojo que contribuirá a las condiciones de seguridad, pero la forma en que se va a implementar será apoyándose en estándar ISO 14119:2013 "Safety of Machinery -interlocking devices associated with guards- Principles of design and selection. De este estándar también se deriva que un interruptor de seguridad deberá de ser controlado por un circuito de seguridad, en este caso puede ser por un módulo de seguridad.

Para este proyecto se evaluó si era conveniente utilizar módulos electrónicos de seguridad o un PLC de seguridad, al final se decidió que por el tamaño de proyecto lo ideal era un PLC de seguridad.

Para utilizar circuitos de control de seguridad, se debió evaluar qué nivel de seguridad era necesario, esto como requisito al estándar EN ISO 13849-1. Para

llegar a esta conclusión se hizo la evaluación de riesgos, esto con el fin de saber el PL Performance Level que se requirió para implementar el circuito de seguridad. Este análisis está basado en el AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Fallas), un procedimiento estándar que se realiza a cualquier proceso o procedimiento nuevo.

El Performance Level resultante de esta evaluación fue Categoría III, lo que significa que la estructura del circuito de seguridad deberá ser a 2 canales y el principio de cableado deberá estar controlado por algún dispositivo de seguridad que esté certificado para este funcionamiento.

Ahora que ya está definido el PL del sistema de seguridad, el paso siguiente es elegir un PLC de seguridad para poder implementar las funciones de los cerrojos electromecánicos. Es así como se busca un PLC de seguridad que cumpla con los estándares para este propósito.

Cuando se contacta a un proveedor de PLC's y de equipos de seguridad, se describe el propósito para el que va a ir destinado el equipo, así como su aplicación, también la necesidad de que este equipo cumpla con el estándar EN/IEC 61508 "Seguridad funcional de sistemas eléctricos /electrónicos / electrónica programable" relacionados con la seguridad. El PLC de seguridad utilizado cumple con estas características, así como el software (Simatic S7 distributed) Safety. Cabe mencionar que todos estos equipos vienen con certificados de uso con sus respectivos estándares de integridad de seguridad.

Para este proyecto, se decidió utilizar una red de periferia descentralizada Profibus a fin de ahorrar tiempo y costos en la instalación del hardware. Esta fue una contribución de beneficio mutuo.

La puesta en marcha de un PLC de seguridad comienza con los requisitos de un PLC estándar y se complementa con una parametrización más a detalle de relacionar entradas digitales físicas con su modulo asignado dentro de la programación. Una vez hecho esto correctamente, se lleva a cabo su asignación a una salida digital física. Cabe mencionar que para la función de las puertas, las entradas digitales son de seguridad y las salidas son estándar. ¿Porqué? Pues porque las entradas vigilan a la línea cuando ésta se encuentra operando en modo automático y es cuando se lleva a cabo la tarea más riesgosa, y respecto a la salida digital que realiza la función de liberar el pasador para abrir la puerta no tiene relevancia con la seguridad.

Para las funciones del monitoreo de puertas y los paros de emergencia, la biblioteca de módulos de seguridad que viene en el paquete del software por default, fue suficiente para soportar las funciones programadas en este proyecto, esto es que resulto cumplir con las características que se pedían en el estándar de seguridad, porque en caso contrario se tenía que solicitar funciones específicas o especiales al proveedor del software con un costo extra y un tiempo de entrega más largo.

Para un proyecto como este que requiere un poco de más cuidado en el cableado físico de voltajes y señales de entradas y salidas, se apoyó en el Software Eplan (Electric P8 Ver. 1.8.6) para el desarrollo de los diagramas eléctricos bajo el estándar europeo. Esto contribuyó a que el cableado se realizara

entre 2 personas electricistas industriales que conocen la norma de cableado europea, y el proceso de pruebas y puesta en marcha se haya realizado más rápido y seguro.

Para acoplar el correcto funcionamiento de las seguridades de paros de emergencia de este proyecto al control ya existente, se colocaron unos relevadores en serie con la cadena de paros de emergencia que la misma ya tenía instalados de origen, esto garantiza que el diseño original de la línea, así como las seguridades no se vean comprometidas. Esto es con respecto a los paros de emergencia instalados en cada una de las puertas de seguridad.

Con respecto a las condiciones de operación en automático que fue la idea original del proyecto fue necesario que dentro del PLC original de la línea (un PLC Siemens Simatic S5 115) colocar una condición extra en un segmento especial de programa de este PLC, y con las condiciones ya existentes para que la línea pueda entrar en modo automático, y esto no comprometa la seguridad puesto que la velocidad de ejecución del programa de PLC de seguridad no representa mayor relevancia.

La interface que se utilizó fue una pantalla Touch igual a las que actualmente se encuentran en las líneas de prensas, solo se hizo la adecuación para la línea en la que se instaló la seguridad. La idea fue desde un principio que el orden de menús estuviera estandarizado con lo ya instalado y que también el menú fuera intuitivo. Esto es, que las puertas de seguridad que están físicamente vistas por el operador a la izquierda, aparezcan en la pantalla del Touch a la izquierda también, igual que objetos al centro y a la derecha.

El lugar y posición del panel se hizo con el conceso de los operadores de la línea.

Respecto a la cuantificación de los resultados, del “antes y después” del proyecto, existe un pizarrón de seguridad por línea, y en especial en la línea Slitter, donde se reportan accidentes, casi accidentes (near miss) y actos inseguros, no se tiene reportado incidente alguno relacionado con la seguridad implementada.

Debido al contrato de confidencialidad (Compliance Program) que hay entre empresa y empleado, no es posible presentar algún tipo de informe escrito, grafico o cualquier otro documento que pueda comprometer la reputación de la misma.

Apéndice A

Terminología y Definiciones

Acción correctiva

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable (Nota: Puede haber más de una causa para una no conformidad).

Acción preventiva

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial o cualquier otra situación potencial indeseable.

Auditoría

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener “evidencias de la auditoría” y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los “criterios de auditoría”.

•Seguridad de la máquina

Capacidad de una máquina de realizar su función bajo condiciones previstas sin causar lesión o daño a la salud

•Situación de peligro

Cualquier situación en la cual se exponga a una persona a los peligros

•Zona peligrosa

Cualquier zona dentro y/o alrededor de la maquinaria en la cual se expone a una persona al riesgo de lesión o de daño a la salud.

•Operador

La persona o las personas asignadas a tareas de instalar, ajustar, mantener, limpiar, reparar o transportar la maquinaria.

Diseño seguro

Son las medidas de protección que eliminan los peligros o reducen los riesgos asociados a peligros cambiando el diseño o las características de funcionamiento de la máquina con o sin el uso de protectores o de dispositivos de protección.

Puertas protectoras

Las medidas de protección utilizando guardas para proteger a las personas de los peligros que no pueden ser eliminados o de riesgos que no son suficientemente reducidos por medio de las consideraciones de diseño seguro.

Reducción del riesgo

Método utilizado para evitar la lesión basado en la exposición al Peligro

Peligro!

Una fuente de lesión o de daño posible a la salud

Riesgo!

Una combinación de la probabilidad y del grado de lesión o del daño posible a la salud.

Evaluación de riesgos

Proceso de evaluar el riesgo o riesgos que surgen de uno o varios peligros, teniendo en cuenta lo adecuado de los controles existentes, y decidir si el riesgo o riesgos son o no aceptables.

Implementar

Poner en funcionamiento, mediante la aplicación de métodos y cualquier medida que resulte necesaria para llevar a cabo con éxito el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Incidente

Suceso relacionado con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, un deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad).

No conformidad

Incumplimiento de un requisito.

Nota: Una no conformidad puede ser una desviación de:

- Las normas de trabajo, las prácticas, los procedimientos o los requisitos legales pertinentes, entre otros.

Bibliografía

- (1) <https://es.wikipedia.org/wiki/ThyssenKrupp> (18-Nov-18)
Orígenes del consorcio multinacional Thyssenkrupp
- (2) http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4948965&fecha=31/05/1999 (18-Nov-18)
Consulta de la norma NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo
- (3) <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/detPrima//2018/2018-guia-determinacion-prima.pdf> (18-Nov-18)
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4898933&fecha=11/11/1998 (18-Nov-18)
REGLAMENTO para la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo.
- (4) <https://www.b11standards.org/> (18-Nov-18)
[Estándares para seguridad en maquinaria tipo b11](https://www.b11standards.org/)
- (5) <https://www.asme.org/search?q=asme+B15.1&rpp=20&p=1&f=> (18-Nov-18)
Estándar B15.1 para compañías que fabrican equipos de transmisión de potencia
- (6) <https://www.iso.org/standard/69883.html> (18-Nov-18)
Página oficial de ISO para la consulta del estándar 13849-1
- (7) <https://www.iec.ch/functionalsafety> (18-Nov-18)
Página oficial de la Comisión Internacional Electrotécnica
- (8) <https://www.thyssenkrupp.com/en/company/compliance/program/> (11-Abr-19)
Contrato de confidencialidad de los empleados de Thyssenkrupp

Siemens AG, (2007).
S7 Distributed Safety
Configuring and Programming
Nürnberg, Germany

Siemens AG, (2018)
SIMATIC HMI
WinCC flexible 2008
Compact / Standard / Advanced
Manual del usuario
Nürnberg Alemania

Siemens AG (2004)
Simatic S7 distributed safety
Getting Started
Nuremberg. Federal Republic of Germany

Rockwell Automation, (2002).
PLC vs Safety PLC
Fundamental and significant differences
Milwaukee,Wi. USA

Asea Brown Boveri S.A, (2011)
Seguridad en sistemas de control según la norma EN ISO 13849-1
Barcelona, España:

Diagramas eléctricos Máquina Slitter (1998)
Fagor Arrasate S. Coop. Ltda
Mondragón, España

National safety council, (2009)
Supervisors' Safety Manual
Itasca Illinois