



101  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**SISTEMAS DE SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA  
AUTOMATIZADA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.**

**P R E S E N T A:**

**MARCO ANTONIO SANTA CRUZ URBINA**

**ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA**

**COASESOR: ING. MARCO ANTONIO SANTA CRUZ MORALES**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

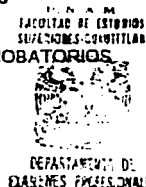
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen Garcia Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlan

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicarle que revisamos la TESIS:

"Sistema de Seguridad en la Industria Automotriz"

que presenta el pasante: Marco Antonio Garcia Crespo
con número de cuenta: 2039325-3 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlan Izcalli, Méx. a 7 de octubre de 2022

- PRESIDENTE Ing. José Juan Gutiérrez Magaña
VOCAL Ing. Ma. Soledad Alvarado Martínez
SECRETARIO Ing. Héctor Ros Ortiz
PRIMER SUPLENTE Ing. Guillermo Flores Espinosa
SEGUNDO SUPLENTE M.I. Víctor Hugo Hernández Gómez

Handwritten signatures of the board members.

# Sistemas de Seguridad en la Industria Automatizada

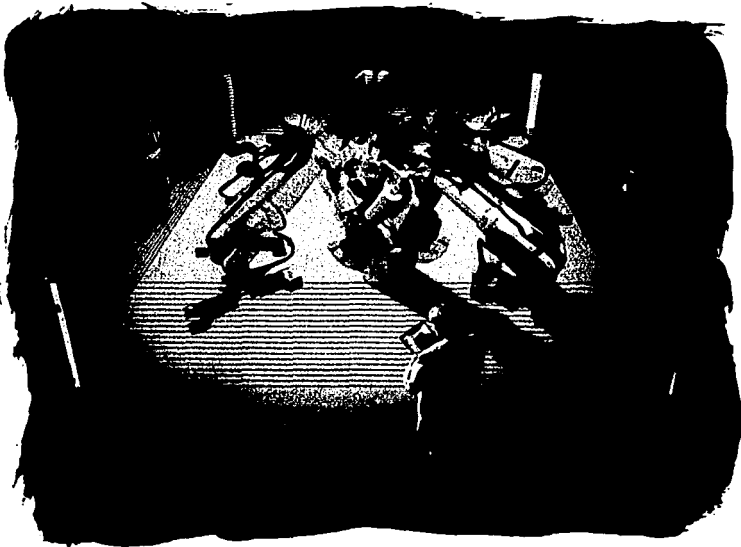
## INDICE

Índice	I
Objetivos	III
Introducción	IV
<b>Capítulo 1 Comentarios Históricos</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2 Diagrama a bloques de un sistema automatizado</b>	<b>4</b>
2.1 Descripción básica de un PLC como elemento principal de control	5
2.1.1 Fuente de alimentación	7
2.1.2 Unidad Central de Proceso (CPU)	7
2.1.3 Módulo de entradas	7
2.1.4 Módulo de salidas	10
Módulo de salidas a relés	11
Módulo de salidas a triacs	11
Módulo de salidas a transistores	12
2.1.5 Terminal de programación	12
2.1.6 Periféricos	13
2.1.7 Lenguajes de Programación	13
Lenguaje a Contactos (LD)	13
Lenguaje por Lista de Instrucciones (IL)	14
Grafcet (SFC)	15
Plano de Funciones (FBD)	15
2.2 Campos de Aplicación	16
2.2.1 Industrias propiamente beneficiadas con el PLC y los sistemas de seguridad	16
2.2.2 Ventajas e inconvenientes de los PLC's	17
<b>Capítulo 3 Prevención de Riesgos</b>	<b>18</b>
3.1 Análisis de Riesgos	18
3.2 Categorías de Riesgo	21
3.3 Puntos de protección, áreas de protección y perímetro de protección	23
Punto de protección	23
Áreas de protección	23
Perímetro de protección	24

<b>Capítulo 4 Selección de equipo y sistemas de acuerdo a su aplicación o necesidades</b>	<b>26</b>
4.1 Tipos de Aproximación	27
Aproximación perpendicular	27
Aproximación angular	28
Aproximación paralela	29
Tabla para calcular la distancia de seguridad S	30
4.2 Diagramas a bloques según la aplicación o zona a proteger (Categorías preferentes de los equipos a instalar)	31
Diagrama Punto de protección (dedo/mano)	31
Diagrama Áreas de protección	32
Diagrama Perímetro de protección	32
4.3 Sensores	33
Sensor WSU / WSE 26	34
Sensor WS / WE 12(L)/24/27	35
Cortina FGS	36
Barrera LGT	37
Cortina o sensor MSL	38
Escáner de Proximidad Láser (PLS)	39
4.4 Interfases	42
Interfase LCU-P	43
Interfase LCU-X	45
4.5 Software	46
4.5.1 Software para el PLS	46
4.5.2 Software para la interfase LCU – P	49
Elementos que integran la interfase	49
Representación del display LC	51
Acceso al programa y activación	51
Diagrama de flujo de Activación del programa	52
4.5.3 Estructura del programa	53
Ajustes básicos (Set up)	53
Funciones de usuario (User modes)	53
Modos de servicio (Run modes)	53
Diagnóstico	54
Diagrama de flujo de Ajustes básicos (Set up)	55
Diagrama de flujo de Programas de usuario (User modes)	56
Diagrama de flujo de Modos de servicio (Run modes)	57
<b>Capítulo 5 Ejemplos de aplicación</b>	<b>58</b>
Conclusiones	65
Glosario	67
Bibliografía	68

## OBJETIVOS

- Dar a conocer los sistemas de seguridad industrial.
- Identificar un PLC (control lógico programable) como principal sistema de automatización.
- Aplicación de un PLC y sistemas de seguridad industrial.



## **INTRODUCCION**

**El trabajo a realizar se basa en la necesidad de dar a conocer y aplicar los sistemas de seguridad industrial para beneficio de operadores, producción, empresarios y sobre todo de la industria en general de México y llevar el progreso a distintas áreas de trabajo y vida.**

**Haciendo uso de la optoelectrónica como es el caso de los sensores, cortinas, escáners, etc. se podrá reducir riesgos, accidentes y salvar una o varias vidas. Por eso el interés de la realización de la tesis.**

**En el presente trabajo se menciona el inicio y los avances de los sistemas automatizados, de la misma forma se habla de la seguridad en la creciente industria automatizada.**

**La seguridad implica uno de los factores más importantes en toda línea de producción, hace algún tiempo este elemento no era prioridad, pero con los nuevos estándares y/o disposiciones laborales en los distintos países incluyendo México, cualquier empresa donde exista un factor de riesgo deberá contar con sistemas preventivos.**

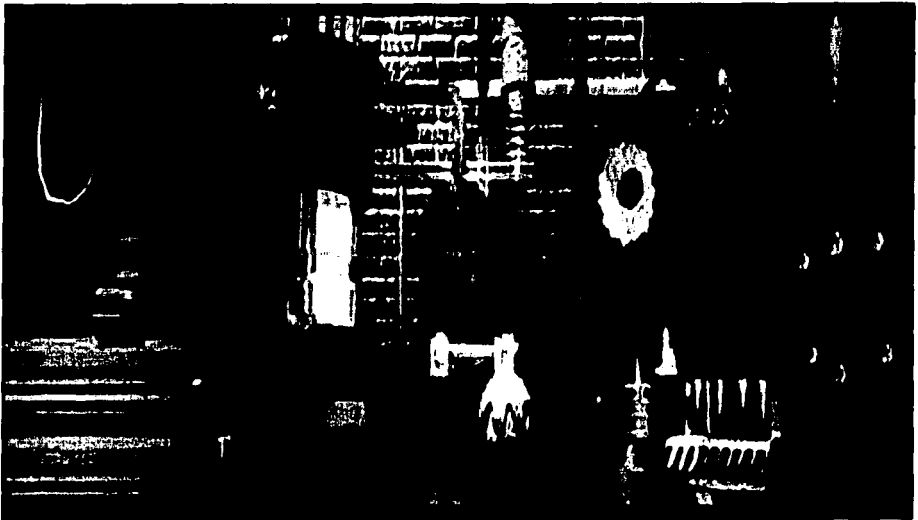
**La prevención de estos riesgos deberá ser analizada de acuerdo al tipo de industria, proceso que se realice, tomándose en cuenta sus instalaciones y maquinaria.**

**Con el anterior conocimiento, se procederá a elegir los sistemas de seguridad más acordes a las necesidades específicas y generales de cada industria, utilizándose en base a su categoría de prevención de riesgos los distintos elementos que ayudarán a salvaguardar la integridad del personal laboral y de las mismas instalaciones industriales.**

# Sistemas de Seguridad en la Industria Automatizada

## Capítulo 1

### Comentarios Históricos





## **1 Comentarios históricos**

### **¿QUE ES UN PLC ? (controlador lógico programable o autómeta programable).**

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venia haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operador que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. La computadora y los PLC han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómeta Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc...) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc...) por otra.

Como todo en la vida existe un inicio y en la tecnología no hay excepción por tal motivo los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en los años '60 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fué la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, MODular DIGital CONTroler) a un gran fabricante de coches y otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en computadora, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes, dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada, por eso se requería una estricta manutención planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento capacitados. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla y finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos, pero la solución fué el empleo de una técnica de programación familiar y se reemplazaron los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A mediados de los años '70 las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuenciales y unidades centrales de proceso (CPU) basadas en desplazamiento de bit. Los AMD 2901 y 2903 fueron muy populares en el Modicon y PLC's A-B. Los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC's. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo. No obstante, el microprocesador 2903 fué de los más utilizados.

Las habilidades de comunicación comenzaron a aparecer en 1973 aproximadamente siendo el primer sistema el bus Modicon (Modbus). El PLC podía ahora dialogar con otros PLC's y en conjunto podían estar aislados de las máquinas que controlaban. También podían enviar y recibir señales de tensión variables, entrando en el mundo analógico. Desafortunadamente, la falta de un estándar acompañado con un continuo cambio tecnológico ha hecho que la comunicación de PLC's sea un maremagnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre si. No obstante fué una gran década para los PLC's.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's. También fué un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de computadoras personales en vez de las clásicas terminales de programación. El PLC más pequeño es del tamaño de un simple relé.

Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80. El último estándar (IEC 1131-3) intenta unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones y texto estructurado al mismo tiempo.

Las computadoras personales (PC) están comenzando a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones, incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado el control basado en PC's. Por lo cual, no sería de extrañar que en un futuro no muy lejano el PLC desaparezca frente a la cada vez más potente PC, debido a las posibilidades que los computadoras pueden proporcionar.

Además de la creación del PLC se crearon conjuntamente equipos y sistemas de seguridad para poder evitar riesgos y salvar vidas.

Algunos equipos que surgieron con la necesidad de mantener segura y productiva a la industria:

- 1949 Exitos técnicos con el sensor fotoeléctrico de auto colimación, un sensor fotoeléctrico con un haz de luz muy amplio y la primera unidad de control con marca de impresión.
- 1952 Cortina de seguridad para prevenir accidentes.
- 1957 Escáner de medición del nivel de llenado.
- 1958 Primeros componentes para controlar humo.
- 1965 Sensores fotoeléctricos bi-direccionales.
- 1967 Primer lector de código de barras para la industria farmacéutica.
- 1970 Primer Escáner de luminiscencia.
- 1974 Cortina de medición por luz.
- 1979 Interrupción fotoeléctrica con filtro de polarización.
- 1985 Supresión de fondo en palpadores reflex.
- 1989 Sensores de distancia para la medición sin contacto.
- 1994 Escáner láser según el principio de medición del tránsito de la luz.
- 1998 Sensor de color.
- 1999 Controlador de formas, lector de códigos de barras con auto foco, decodificador SMART para lectores de códigos de barras.

# Sistemas de Seguridad en la Industria Automatizada

## Capítulo 2

### Diagrama a bloques de un sistema automatizado



## 2 Diagrama a bloques de un sistema automatizado

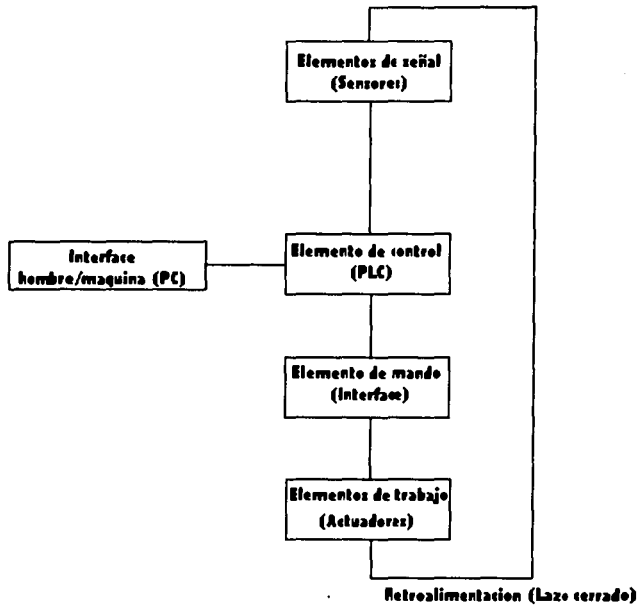


Diagrama a bloques de un sistema automatizado

### Interfase hombre/máquina:

Elemento para la comunicación entre el operador y el sistema automático que consiste en obtener todos los parámetros medibles con el propósito de editar o modificar el proceso en caso necesario además de tener un monitoreo constante en tiempo real de todo el sistema.

## **Sensores o captadores:**

Elementos que se acoplan o conectan a las entradas del PLC, ya sean analógicos o digitales.

Estos proporcionan las condiciones iniciales del sistema que serán evaluados por el PLC para que se tomen las decisiones secuenciales correspondientes.

## **PLC:**

Equipo electrónico diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales de cualquier tipo y volúmen de la industria en general.

## **Actuadores:**

Elementos que se conectan a las salidas del PLC y son de actuación directa o de mando.

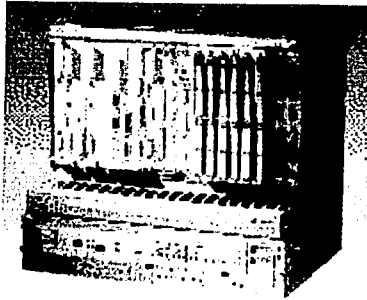
## **2.1 Descripción básica de un PLC como elemento principal de control**

Un PLC es un equipo electrónico diseñado para controlar, en tiempo real procesos secuenciales de cualquier tipo y volúmen en la industria en general.

También se le conoce como aparato, máquina o herramienta.

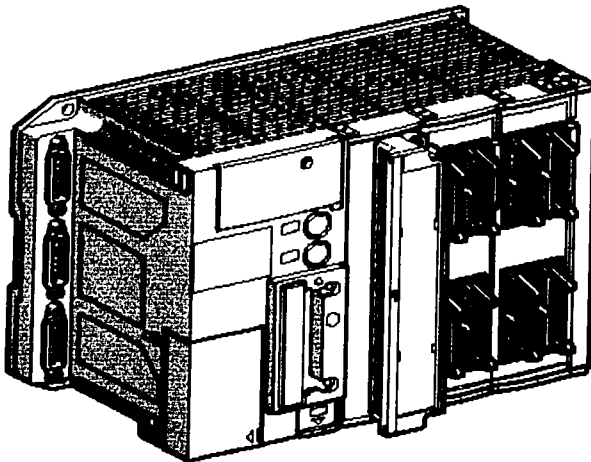
### **ESTRUCTURA BASICA DE UN PLC**

- **Fuente de alimentación**
- **Unidad central de proceso CPU**
- **Módulo de entrada**
- **Módulo de salida**
- **Terminal de programación**
- **Periféricos.**

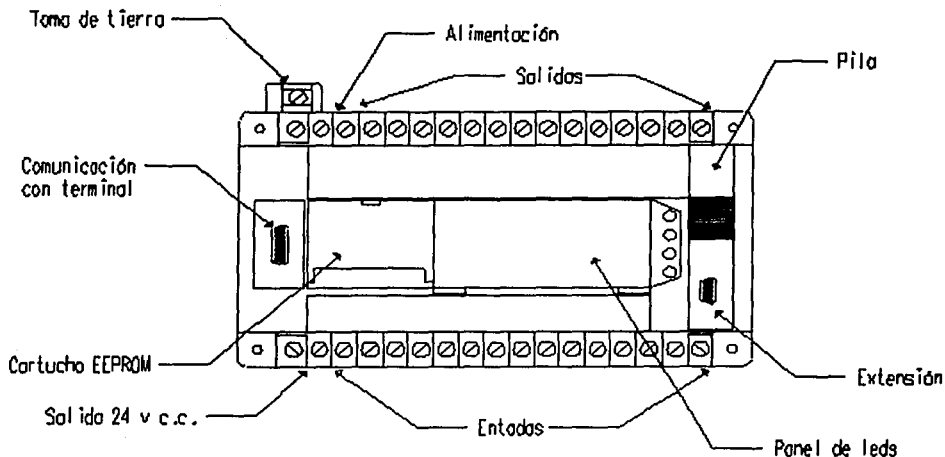


**Vista anterior de un PLC**

Respecto a su disposición externa, los PLC pueden contener varias de estas secciones en un mismo módulo o cada una de ellas separadas por diferentes módulos. Así se pueden distinguir PLC's Compactos y Modulares.



**Vista posterior de un PLC**



Esquema de las partes de un PLC

### 2.1.1 Fuente de alimentación

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 115, 220 y 440v c.a., a baja tensión de c.c, normalmente 24 v. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el PLC.

### 2.1.2 Unidad central de proceso (CPU)

La unidad central de proceso es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las ordenes del operador por medio de la consola de programación y el módulo de entradas, que posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

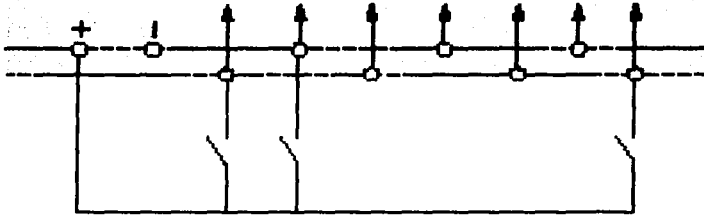
### 2.1.3 Módulo de entradas

A este módulo se unen eléctricamente los sensores o captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.). La información recibida en él, es enviada al CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente.



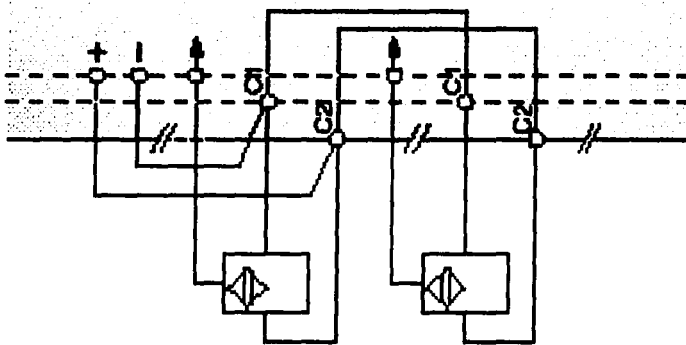
Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: Pasivos y Activos.

Los *Captadores Pasivos*: son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.

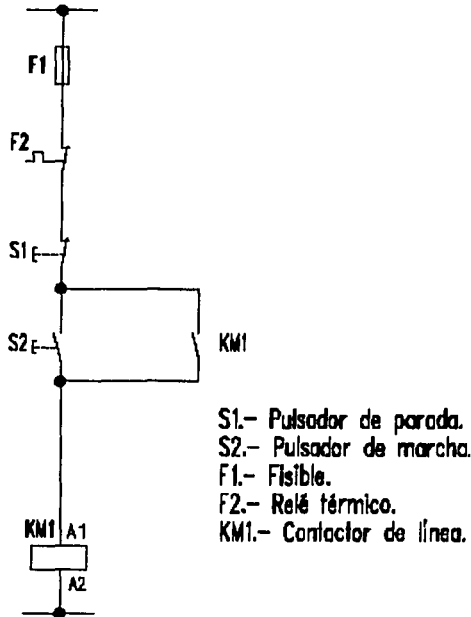


Los *Captadores Activos*: son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos).

Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del PLC.



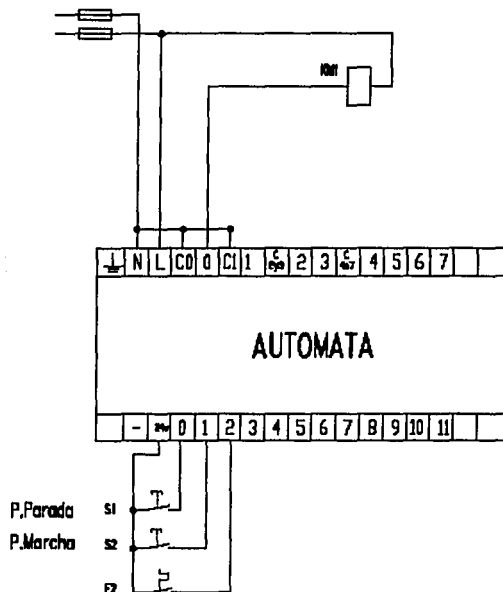
El que conoce circuitos de automatismos industriales realizados por contactores, sabrá que puede utilizar, como sensores o captadores, contactos eléctricamente abiertos o eléctricamente cerrados dependiendo de su función en el circuito. Como ejemplo podemos ver un simple arrancador paro/marcha.



En él se distingue el contacto usado como pulsador de marcha que es normalmente abierto y el usado como pulsador de parada que es normalmente cerrado.

Sin embargo en circuitos automatizados por PLC's, los captadores son generalmente abiertos.

El mismo arrancador paro/marcha realizado con un PLC es el siguiente.



En él se ve que ambos pulsadores y el relé térmico auxiliar son abiertos.

### 2.1.4 Módulo de salidas

El módulo de salidas del PLC es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc). La información enviada por las entradas al CPU, una vez procesada, se manda al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

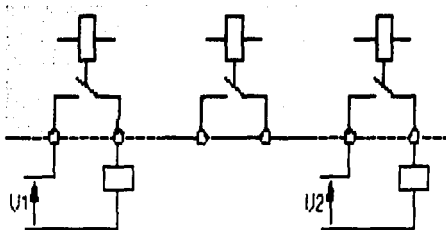
Según el tipo de proceso a controlar por el PLC, podemos utilizar diferentes módulos de salidas.

Existen tres tipos bien diferenciados:

- A relés.
- A triac.
- A transistores.

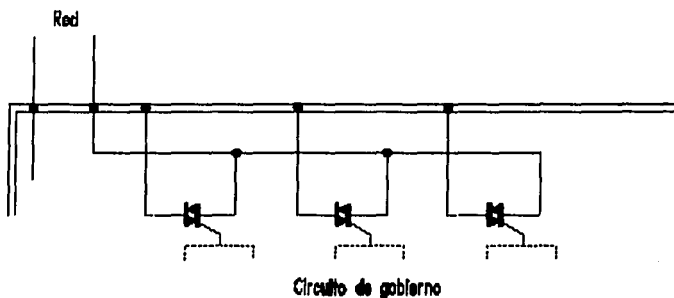
### Módulos de salidas a relés.

Son usados en circuitos de corriente continua y alterna. Están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.



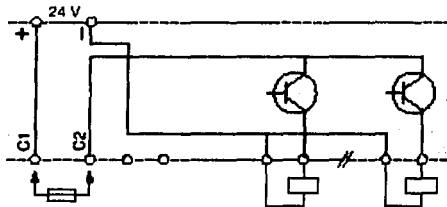
### Módulos de salidas a triacs.

Se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesiten maniobras de conmutación muy rápidas.



## Módulos de salidas a Transistores a colector abierto.

El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de c.c. Igualmente que en los de Triacs, es utilizado en circuitos que necesiten maniobras de conexión/desconexión muy rápidas.



### 2.1.5 Terminal de programación

La terminal o consola de programación es la que permite comunicar al operador con el sistema.

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.

Como teclados o consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el PLC, tipo calculadora o bien una PC, que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control.



Terminal de programación

## **2.1.6 Periféricos**

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del PLC, pero sin embargo facilitan la labor del operador por ser elementos auxiliares y físicamente independientes. Sirven como respaldo

Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes.
- Impresoras.
- Chips de memoria EPROM y/o EEPROM.
- Visualizadores y paneles de operación OP

## **2.1.7 Lenguajes de Programación**

Cuando surgieron los autómatas programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra construidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-máquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento.

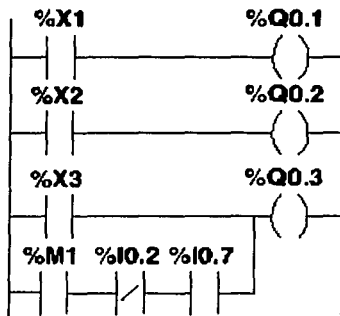
El lenguaje usado, debería ser interpretado con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación.

Estos lenguajes han evolucionado en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés.

Los lenguajes más significativos son:

### **Lenguaje a Contactos. (LD)**

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma.



Lenguaje a Contactos (LD).

### Lenguaje por Lista de Instrucciones. (IL)

En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos de los casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

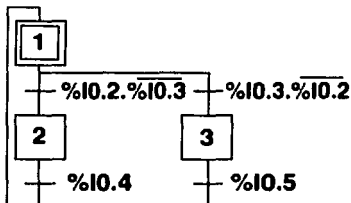
000	LD	%I0.1	Bp. inicio ciclo
	AND	%I0.0	Dp. presencia vehículo
	AND	%M3	Bit autorización reloj calendario
	AND	%I0.5	Fc. alto rodillo
	AND	%I0.4	Fc. detrás pórtico
005	S	%M0	Memo inicio ciclo
	LD	%M2	
	AND	%I0.5	
	OR	%I0.2	Bp. parada ciclo
	R	%M0	
010	LD	%M0	
	ST	%Q0.0	Piloto ciclo

## GRAF CET. (SFC)

Es el llamado Gráfico de Orden Etapa Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operadores sin conocimientos de automatismos eléctricos.

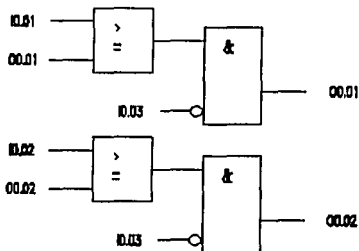
Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o como por lista de instrucciones.

También se puede utilizar para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.



## PLANO DE FUNCIONES. (FBD)

El plano de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de compuertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.





## **2.2 Campos de Aplicación**

Un PLC suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Tal y como se dijo anteriormente, esto se refiere a los autómatas programables industriales ( PLC ), dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal.

### **2.2.1 Industrias propiamente beneficiadas con el PLC y los sistemas de seguridad:**

- industria automotriz
- construcción de máquinas
- industria de alimentación y objetos de lujo
- industria de bebidas
- industria de impresión y papel
- industria de transporte
- industria de embalaje
- almacenes, tecnología de transporte, logística
- industria electrónica
- gestión de energía
- tecnología de medición del medio ambiente y de procesos
- industria metal-mecánica
- industria química y petroquímica
- laboratorios farmacéuticos
- y muchas más

## **2.2.2 Ventajas e inconvenientes de los PLC's**

Entre las ventajas:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómeta.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómeta queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

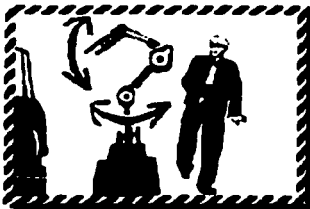
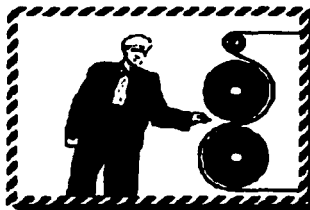
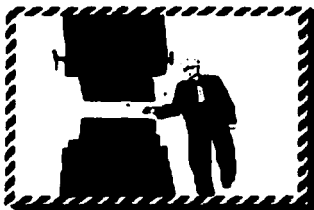
- Adiestramiento de técnicos.
- Costo.

En estos días los inconvenientes se han hecho nulos, ya que todas las carreras de ingeniería incluyen la automatización como una de sus asignaturas; además de cursos, seminarios y diplomados. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay PLC para todas las necesidades y a precios justos.

# Sistemas de Seguridad en la Industria Automatizada

## Capítulo 3

### Prevención de Riesgos



### **3 Prevención de Riesgos**

Se ha definido la prevención de riesgos laborales como un medio para evitar accidentes y fundamentalmente como un área de gestión cuyo objetivo es lograr una empresa segura. La prevención de riesgos laborales, se encuentra en una escala de 0 a 4, donde el 4 es el máximo nivel de seguridad.

Las actividades más habituales en materia de prevención son la capacitación, el cumplimiento de la normativa básica, la intervención del Servicio de Prevención externa, el análisis de riesgos laborales y la adecuación de los locales y las instalaciones.

Respecto a la normativa se entiende que esta es una normativa exigente pero que se puede cumplir, resulta ser un buen punto de partida para llevar a cabo una gestión de riesgos laborales y sobre todo se destaca que ha de ser implantada progresivamente de acuerdo a la situación de la empresa.

La formación en Prevención de Riesgos es una actividad muy generalizada y debe realizarse dentro y fuera de la empresa ya sea con personal o compañías especializadas en equipos y sistemas industriales.

La prevención de riesgos laborales está integrada en mayor medida en las empresas de mayor tamaño o peligrosidad, sin embargo todas las industrias deben cumplir con las normas de seguridad establecidas.

#### **3.1 Análisis de Riesgos**

El análisis de riesgos debe estudiarse de diferentes maneras, esto es, se debe conocer :

- Tipo de industria
- Procesos que realiza
- Equipo y maquinaria que ocupa
- Lugar y espacio que ocupan el operador y su maquinaria
- Entre otros

No olvidar que todo equipo y maquinaria desde fábrica debe contar con una etiqueta donde especifique su peligrosidad, por lo tanto, la existencia de riesgos.

Todas las industrias deben precisar un departamanto o área de seguridad y mantenimiento, con un responsable altamente capacitado; además de su equipo de trabajo. Siendo este departamento el encargado de adiestrar y advertir, para tener una máxima seguridad y así evitar todo riesgo latente.

En caso de que el equipo y maquinaria utilizado no tenga etiqueta, el responsable de seguridad debe colocar una, para que el operador este consciente de lo que maneja y optimice sus sentidos al máximo.

Siempre que se habla de seguridad y prevención de riesgos laborales exige una gran responsabilidad, por eso se denotaron al principio esos 4 puntos a seguir (si aplican más criterios es mejor), que nos sirven de parámetros muy importantes.

Con todo lo anterior se puede dar un ejemplo de Análisis de Riesgos:

- 1.- Tipo de industria: Metal – Mecánica
- 2.- Procesos: Doblaje y corte de acero
- 3.- Equipo y maquinaria: Grandes dobladoras y cortadoras (cizalla)
- 4.- Lugar y espacio: Amplio, pero con mucho riesgo laboral

Haciendo una pregunta, con el ejemplo anterior, **qué puede suceder ?**

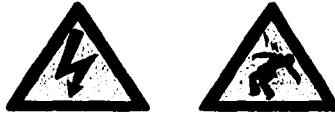
**Puede suceder desde cortarse un dedo hasta perder la vida.**

Teniendo este análisis a grandes rasgos, se procede al llamado *nível de seguridad* o **Categorías de Riesgo**.

Del ejemplo anterior se daría una categoría 4 de riesgo, esto se define más adelante.

A continuación se muestran algunos de los gráficos para la seguridad y prevención de riesgos en distintos procesos industriales.

## ELÉCTRICOS



Electrocución

**Símbolos utilizados para prevenir daños por electricidad.**

## FÍSICO-QUÍMICOS



Proyección de sustancias peligrosas,  
quemaduras, etc ...

**Símbolos utilizados para prevenir daños por sustancias químicas y/o sus reacciones.**

## MECÁNICOS



**Símbolos utilizados para prevenir daños por maquinaria.**

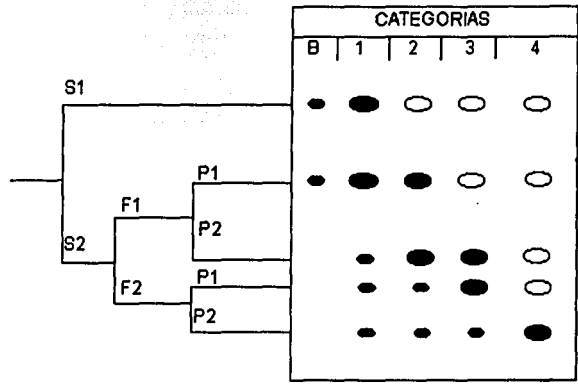
### 3.2 Categorías de Riesgo

Las categorías de riesgo no son más que los niveles de seguridad que deben adoptarse y adaptarse en toda industria o proceso industrial específico.

Estas categorías son 5 y se denotan **B, 1, 2, 3, 4**; siendo 4 la categoría más alta en seguridad.

La explicación y comprensión de las categorías se realiza mediante los siguientes cuadros:

- S Resultado del accidente
- S1 Lesión leve reversible
- S2 Lesión seria e irreversible o pérdida de la vida
  
- F Presencia en la zona peligrosa
- F1 Rara a bastante frecuente, poco tiempo
- F2 Frecuente a permanente, mucho tiempo
  
- P Posibilidad de prevención del accidente
- P1 Posible en ciertas condiciones
- P2 Casi imposible



- Categoría posible pero exige medidas adicionales
- Categoría preferible
- Medida sobredimensionada para el riesgo considerado

El cuadro anterior denota en su parte izquierda a la estimación de riesgos y en su parte derecha a la categoría a usarse según la estimación.

Los dispositivos que formarán parte de la seguridad deben especificar el tipo de categoría al que pertenecen y no podrán utilizarse equipos con categoría menor a la que se necesita emplear, ya que sería atentar con la integridad y vida de una o más personas que forman parte de un proceso (operadores).

Habiendo definido las categorías se procede a la selección de la protección.



### 3.3 Puntos de protección, áreas de protección y perímetro de protección

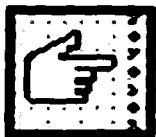
Existen tres tipos de protección en cuanto a zonas de riesgos se refiere y se definen como sigue:

#### Punto de protección

El punto de protección también es conocido como **Protección Dedo / Mano** y normalmente es una protección donde el dispositivo de seguridad es colocado verticalmente próximo al lugar de peligro.

En este punto de protección la zona a proteger es pequeña, pero no así deja de ser peligrosa. Como ejemplo de esta zona se tiene una máquina insertadora de componentes electrónicos.

La simbología utilizada para esta protección es la siguiente:



Donde la línea punteada es la colocación vertical de la protección y al traspasarla se suspende el proceso.

#### Áreas de protección

El área de protección o **Control de Presencia** es la zona a proteger mediante un dispositivo que emite una señal en línea horizontal en el lugar de peligro. Obviamente, esta zona es más grande que la de punto de protección.

Con esta protección es posible detectar a las personas en toda la zona de peligro y modificar el proceso hasta su suspensión parcial, esto es, al salir la persona detectada se reanuda el proceso. Como ejemplo se tiene una máquina móvil colocadora de ladrillos.

La simbología de esta protección es la siguiente:



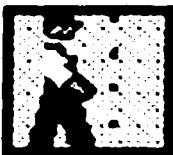
### **Perímetro de protección**

Al perímetro de protección se le conoce también como **Control de Accesos** y su disposición para la protección es en línea vertical.

Este perímetro de protección es sólo para protección de accesos y por ninguna circunstancia se deberá traspasar la línea ya que el peligro de accidente será muy alto.

Un ejemplo de esta protección es cuando se manipula una cizalla donde se requiere alta seguridad ya que esta de por medio la vida del operador.

Simbología para esta protección:



Todos los símbolos anteriores y zonas de protección se complementan y el no hacer uso de ellos llevaría a las condiciones de trabajo a los más bajos niveles de seguridad, por lo tanto la presencia de negligencia sería notoria.

Otro símbolo que se usa y debe conocerse es el de Protección a Accesos Magnéticos y Mecánicos.



Con frecuencia también se emplea el símbolo de Protección a Accesos Entrada / Salida.

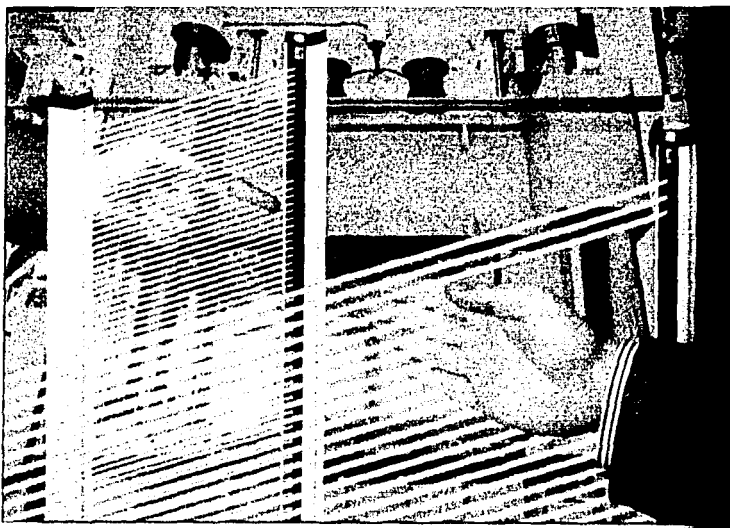


Conociendo el lugar o zona a resguardar se recomienda la selección de equipo y sistemas para brindarle seguridad al operador y al proceso.

# **Sistemas de Seguridad en la Industria Automatizada**

## **Capítulo 4**

### **Selección de equipo y sistemas de acuerdo a su aplicación o necesidades**



#### **4 Selección de equipo y sistemas de acuerdo a su aplicación o necesidades**

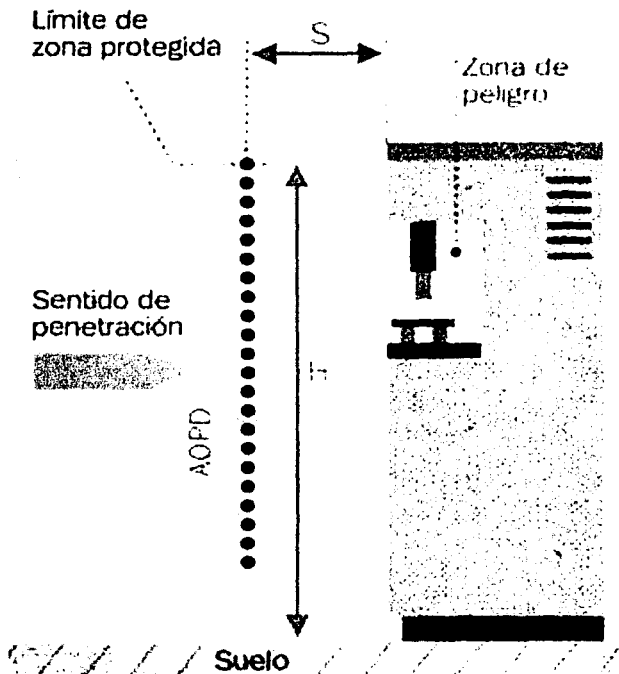
Los principales criterios para elegir un sistema de protección optoelectrónica se definen a continuación. Son independientes y requieren un enfoque iterativo:

- **Definir la zona que se desea proteger**
- **Definir la función de seguridad que se desee realizar:**
  - Detección del dedo o la mano
  - Detección del paso de un cuerpo
  - Detección de presencia dentro de la zona de peligro
- **Conformidad con la categoría de las partes del sistema de mando relativas a la seguridad**
- **Calcular la distancia de seguridad**

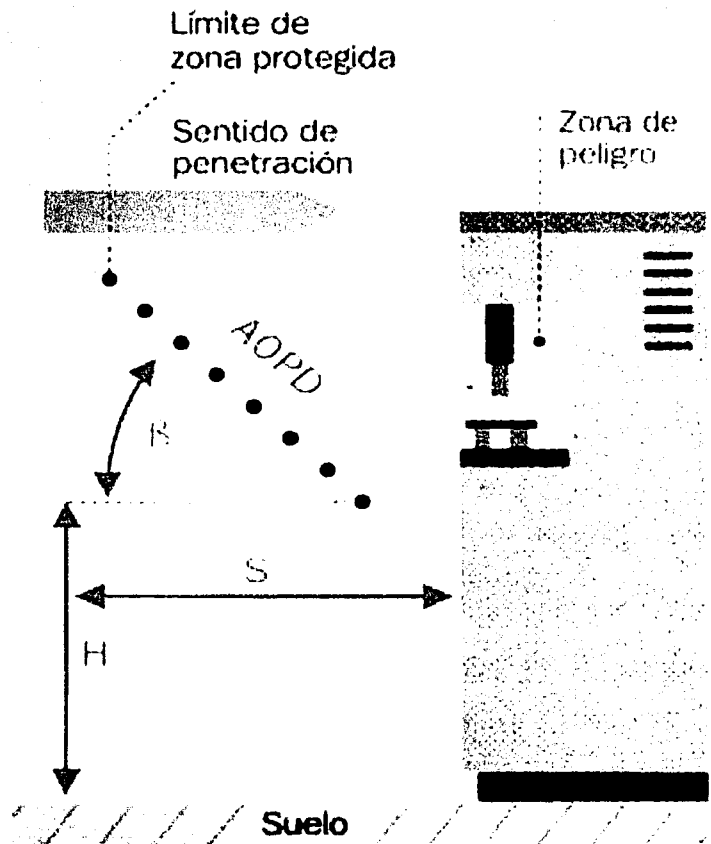
Para el cálculo de la distancia de seguridad se debe conocer el tipo de aproximación a la zona de peligro.

## 4.1 Tipos de Aproximación

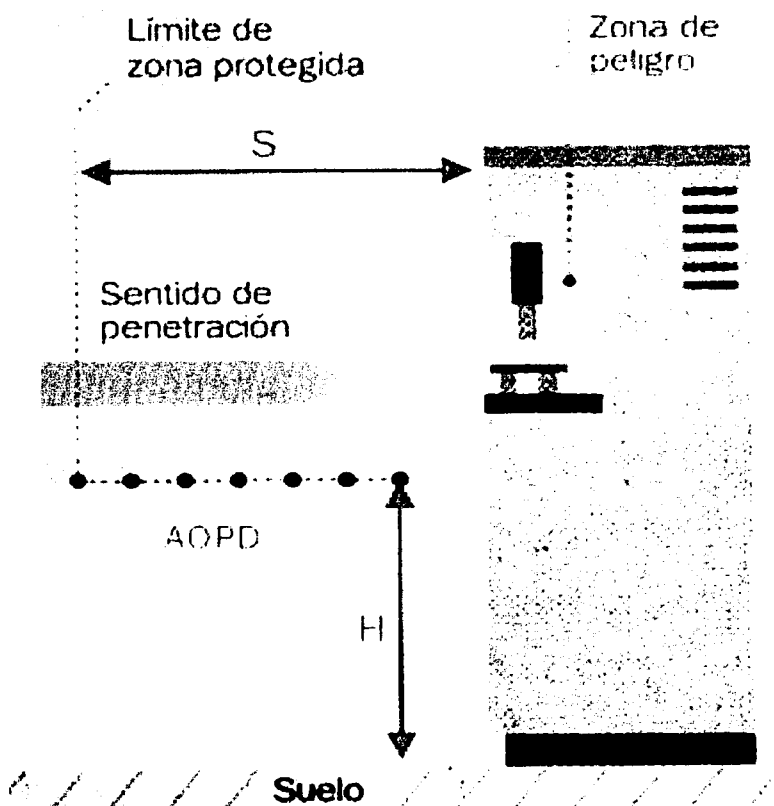
Por lo general, se distinguen tres tipos de aproximación y se muestran gráficamente así:



Aproximación perpendicular/dirección de penetración perpendicular al plano del protector



Aproximación angular



Aproximación paralela/sentido de penetración paralelo al plano de protector



La tabla siguiente proporciona las fórmulas para calcular la distancia de seguridad S.

**Aproximación perpendicular**

$\beta = 90^\circ$  (+  $5^\circ$ )  
 $d \leq 40$  mm

$S = 2000T + 8 \times (d - 14)$   
 en donde  $S > 100$  mm

en donde  $S > 500$  mm  
 suponiendo  $S = 1600T + 8 \times (d - 14)$ ,  
 en este caso S no puede ser  $< 500$  mm.

Nota: para inspeccionar el burlado del AOPD, utilice EN 294. En la práctica, esta norma no siempre es aplicable, ya que considera a la mano un elemento deformable. En este caso, es preciso solicitar el asesoramiento de un organismo de prevención de accidentes.

$40 < d \leq 70$  mm

$S = 1600T + 850$

Altura de haz más bajo  $\leq 300$  mm  
 Altura de haz más alto  $\geq 900$  mm

$d > 70$  mm  
 múltiple haz

$S = 1600T + 850$

Numero haces	Alturas recomendadas
4	300, 600, 900, 1200 mm
3	300, 700, 1100 mm
2	400, 900 mm
1	750 mm

haz unico

$S = 1600T + 1200$

**Aproximación paralela**  
 $\beta = 0^\circ$  (+  $5^\circ$ )

$S = 1600T + (1200 \cdot 0.4 \times H)$   
 en donde  $1200 \cdot 0.4 \times H > 850$  mm

$15 \times (d-50) \leq H \leq 1000$  mm  
 En donde  $H \geq 300$  mm. Existe un riesgo de acceso sin detección bajo el haz que debe considerarse para H en donde  $d \leq H/15 + 50$ .

**Aproximación angular**  
 $5^\circ < \beta < 85^\circ$

en donde  $\beta > 30^\circ$ , Véase aproximación perpendicular.  
 en donde  $\beta < 30^\circ$ , Véase aproximación paralela. En tal caso, S se aplica al haz más lejano cuya altura  $\leq 1000$  mm ist.

$d \leq H/15 + 50$  se aplica al haz más bajo.

S: Distancia mínima

H: Altura

d: Resolución

$\beta$ : Ángulo entre el plano de detección y el sentido de penetración

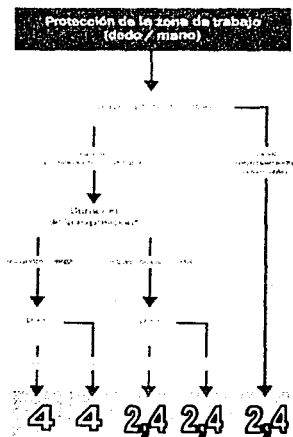
T: Tiempo

## 4.2 Diagramas a bloques según la aplicación o zona a proteger ( Categorías preferentes de los equipos a instalar )

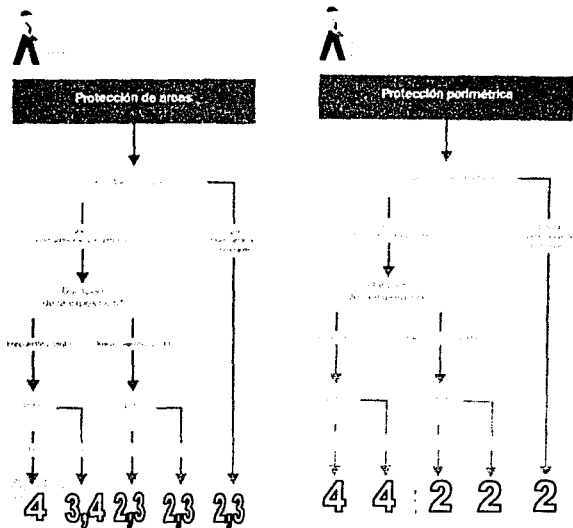
Una vez conocida la zona a resguardar, las funciones de seguridad o aplicaciones (puntos, áreas y perímetros de protección), las categorías de riesgos y habiendo calculado la distancia mínima de seguridad que deben ser empleadas en todo momento y sin excepciones, es preciso la elección del equipo y/o sistemas para llevar a cabo la protección requerida.

De acuerdo al tipo de aplicación o protección que se necesita efectuar será la categoría del equipo, es decir, no se podrá usar un equipo categoría 1 si el riesgo es muy grande o viceversa no se puede usar una categoría 4 si el riesgo es casi nulo.

Para denotar lo anterior, se elaboran unos diagramas a bloques según la aplicación o zona a proteger:



En los cuadros azules se muestra la categoría de riesgo del equipo de seguridad a instalar.



Como en el diagrama anterior, los cuadros azules muestran la categoría del equipo de seguridad a instalar, ahora para estas protecciones.

#### Observaciones:

- \* Duración de la exposición del operador ( frecuencia / tiempo ).  
La duración estimada de la exposición debe incluir la frecuencia de intervención.
- \*\* Posibilidad de evitar el riesgo.  
Sí: significa que es posible en condiciones específicas.

Nota: Si la lesión es irreversible, se recomienda utilizar un dispositivo de categoría 3; preferentemente emplear categoría 4.

Dentro del equipo posible de emplear se encuentran sensores, cortinas ópticas, escáner láser de proximidad, interfases, etc; los cuales desde fábrica presentan establecida su categoría de seguridad.

### **4.3 Sensores**

Un sensor es un dispositivo o sistema capaz de percibir algún tipo de señal: mecánica, acústica, luminosa, calorífica, eléctrica o electrónica.

En la industria automatizada se emplean distintos tipos de sensores, los cuales presentan funciones de distinta índole.

Entre los sensores se encuentran los sensores fotoeléctricos, magnéticos, inductivos y capacitivos que en general presentan funciones de detección, conteo, clasificar y posicionar objetos, así como reconocer formas, colores, posiciones y diferencias de superficie; además de brindar seguridad laboral al operador.

Los sensores fotoeléctricos con ciertas características son empleados para la seguridad, y por percibir señales luminosas existen los sensores que trabajan o detectan el rango de la luz visible, el rango de los rojos, el rango ultravioleta y el rango infrarrojo; en este último se encuentran los que emplean rayo láser.

Dentro de esos sensores se encuentran las llamadas cortinas ópticas y/o barreras, el escáner de proximidad láser entre otros.

Los sensores magnéticos, inductivos y capacitivos son para *procesos*, por lo cual exclusivamente en este capítulo se explican aquellos utilizados en sistemas de seguridad.

A continuación se muestran algunos equipos con sus características principales y la simbología de aplicación/protección.

## Sensor WSU/ WSE 26

Descripción del equipo: Sensor fotoeléctrico monohaz, formado por un emisor y un receptor.

Aplicaciones: Concebido para control de entrada/salida de zonas robotizadas, paletizadores, vías de transferencia, etc.  
Protección perimétrica (control de accesos).

Alcance (m): 0.5 – 18 / 15 – 70

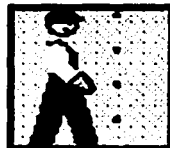
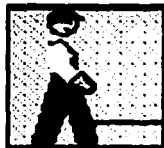
Número de haces: 1

Tiempo de respuesta (ms):  $\leq 20$

Categoría: 4

Tensión (v): DC 24, AC 115 y 230

Salida: 2 salidas NA / 1 NC, Relés.



## Sensor WS / WE 12 (L) /24/27

Descripción del equipo: Sensor fotoeléctrico monohaz, formado por un emisor y un receptor.

Aplicaciones: Concebido para control de entrada/salida de paletizadores, caminos de rodillos.  
Protección perimétrica (control de accesos).

Alcance (m): 0 – 10 (60) / 0 – 30 / 0 – 35

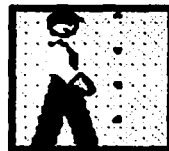
Número de haces: 1

Tiempo de respuesta (ms): 1 – 20 (según el tipo)

Categoría: 2

Tensión (v): DC 10 – 30

Salida: 1 PNP



## Cortina FGS

Descripción del equipo: Cortina fotoeléctrica que incluye un emisor y un receptor multihaz muy compacto (52 x 53 mm). Puede conectarse a la interfaz LCU.

Aplicaciones: Concebida para proteger dedos y manos en máquinas peligrosas (prensas, etc), máquinas de embalaje y máquinas de ensamblaje automático.  
Protección dedo / mano y protección perimétrica.

Altura de protección (mm): 300 – 1800

Alcance (m): 0.3 – 6 / 0.3 – 18

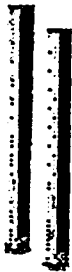
Resolución (mm): 14 / 30

Tiempo de respuesta (ms):  $\leq 15$

Categoría: 4

Tensión (v): DC 24

Salida: 2 salidas a semiconductor, PNP.



## Barrera LGT

Descripción del equipo: Barrera fotoeléctrica de seguridad multihaz muy compacta (10 x 30 mm) con un emisor, un receptor y una unidad de mando.

Aplicaciones: Impide el acceso a puntos de peligro y a zonas de peligro.  
Por consiguiente, se emplea en máquinas peligrosas, centros de mecanizado, líneas de producción, conjuntos de engranajes, etc.  
Punto de protección y protección de áreas.

Altura de protección (mm): 150 – 900 (1800)

Alcance (m): 0 – 6 (8 máximo)

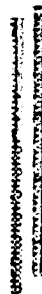
Resolución (mm): 30

Tiempo de respuesta (ms):  $\leq 50$

Categoría: 2

Tensión (v): DC 24, AC 115 / 230

Salida: Relés, 2 NA





## Cortina o sensor MSL

Descripción del equipo: Sensor fotoeléctrico con 2 – 12 haces con emisor y receptor.

Seleccionable con/sin enclavamiento de nueva puesta en marcha.

Seleccionable con/sin EDM (Control Externo de Contactores).

Disponible con módulo de inhibición.

Aplicaciones: Concebido para vigilancia y protección de accesos a zonas robotizadas, paletizadores, y cargadoras/descargadoras automáticas.

Alcance (m): 0 – 20 / 15 – 70

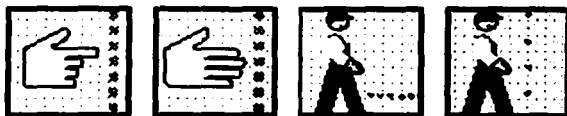
Número de haces: 2 – 12

Tiempo de respuesta (ms):  $\leq 20$

Categoría: 4

Tensión (v): DC 24

Salida: 2 salidas a semiconductores, PNP.



## **Escáner de Proximidad Láser (PLS)**

**Descripción del equipo:** Este dispositivo explora un semicírculo de 180° a su alrededor. Posee un detector de alcance integrado y mide la distancia a todos los objetos en su campo. Es posible definir una zona de seguridad para parada de emergencia y zona de pre - aviso, para impedir una parada innecesaria. Seleccionable con/sin rearme automático. Para la protección y vigilancia de zonas en máquinas estacionarias y para vehículos en aplicaciones móviles.  
Parametrización y diagnóstico mediante PC.

**Aplicaciones:** Concebido para proteger a operadores dentro o en las periferias de zonas de peligro (islas robotizadas, interior de prensas, etc.) y vehículos filoguiados.  
Protección de áreas (control de presencia).

**Alcance (m):** Radio de 4 m (zona de protección) / zona de pre-aviso de aproximadamente 15 m de radio.

**Resolución (mm):** 70 (a una distancia de 4 m).

**Tiempo de respuesta (ms):**  $\leq 80$

**Categoría:** 3

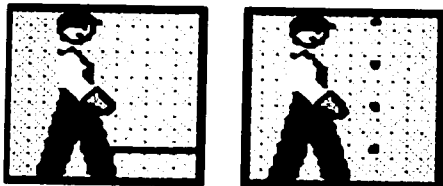
**Tensión:** DC 24

**Salida:** 2 OSSD (PNP) y una señal de pre – aviso.

**OSSD** Dispositivo de conmutación de señales de salida.

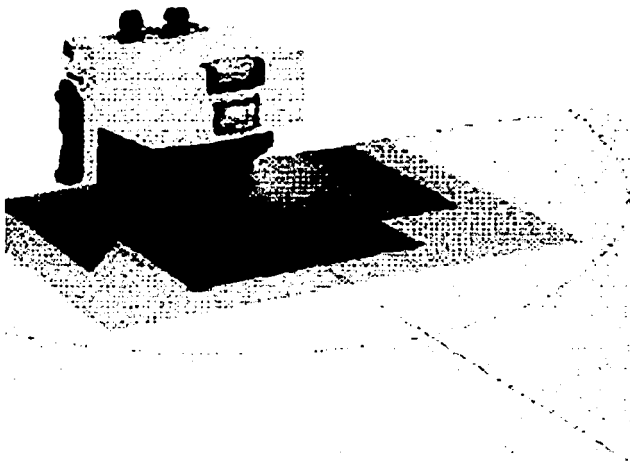


Escáner de Proximidad Láser (PLS)



Aplicación/Protección

En el siguiente esquema se muestra el **PLS** y sus zonas de operación.



- Semicírculo de  $180^\circ$  como la zona de medición, inspección o reconocimiento de objetos y/o personas (presencia). Su radio máximo es de 50 m.
- Zona de pre – aviso, que puede mandar a parar o no el sistema, si hay presencia o desaparece ésta. Su radio es de 15 m.
- Zona de seguridad o protección, al detectar una persona u objeto en ésta, el riesgo es grande y se emite una señal de paro inmediato.

Estas zonas toman importancia a partir del semicírculo y en dirección al **PLS**, esto es del radio máximo externo hacia adentro.

El **PLS** puede estar en maquinaria grande y fija como en maquinaria con algún movimiento, o hasta un vehículo que se desplace cierta distancia.

#### **4.4 Interfases**

Una interfase es un medio físico y lógico común y necesario de dos sistemas para intercambiar comunicación. Es un nexo entre elementos cualquiera que sean.

En toda la industria automatizada es común su utilización y los dispositivos anteriores se complementan con las interfases o unidades de control de seguridad, que también presentan la categoría de riesgos para su mejor aplicación. Las interfases tienen que ser de la misma categoría que el equipo de seguridad y así obtener su mejor funcionamiento y aplicación.

No puede usarse una interfase categoría 2 si el equipo es categoría 4 y/o el riesgo de accidente es catalogado tipo 4.

Existen interfases con características distintas y aplicación para diversos equipos.

Se describirán a continuación 2 tipos de unidades de control de seguridad con el máximo de seguridad (tipo 4), por lo que éstas son muy utilizadas.

## Interfase LCU – P

Descripción del equipo: Interfase muy flexible que permite simplificar los circuitos de mando.

Tres modos de operación seleccionables por el usuario. Pueden conectarse dispositivos de seguridad tipo 2 y 4.

Seleccionable con/sin enclavamiento de nueva puesta en marcha.

Seleccionable con/sin EDM.

Aplicaciones: Pequeñas prensas con modo de funcionamiento de simple o doble corte, discriminación de personas / palets en paletizadores, inhibición de un dispositivo de seguridad, etc.

Salidas: 2 salidas controladas por semiconductor PNP

Entradas: Conexión de 1 ó 2 dispositivos de tipo 4, 3, ó 2.  
Conexión de 2 ó 4 sensores auxiliares.

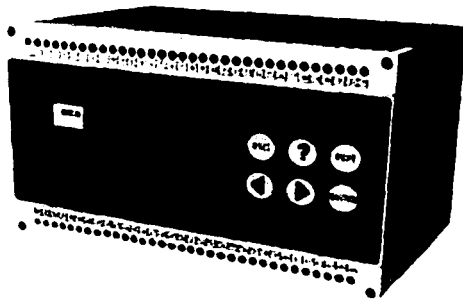
Tiempo de respuesta (ms): 5

Categoría: 4

Tensión (v) c.c.: 24

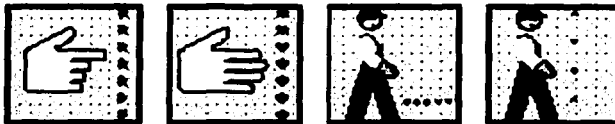
Esta interface se le llama **interface inteligente** ya que se puede programar y el dispositivo conectado a ella se vuelve también inteligente y más versátil.

La programación puede ser pre – establecida (de fábrica u origen) o realizada por el usuario, el cual debe ser un experto.



### Interfase LCU-P

Esta interfase puede ser usada en la aplicación/protección dedo/mano, control de accesos y en control de presencia; además del control entrada/salida de zonas peligrosas.



## Interfase LCU – X

Descripción del equipo: Interfase para un dispositivo de seguridad tipo 4.  
Seleccionable con/sin enclavamiento de nueva  
puesta en marcha.  
Seleccionable con/sin EDM.

Aplicaciones: Todos los sistemas de mando de máquinas de categoría 4.  
La LCU – X puede conectarse a dispositivos de seguridad  
con salidas por semiconductor o por relé.

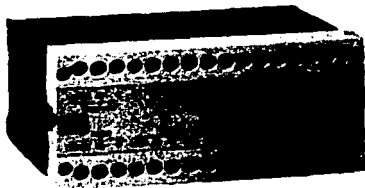
Salidas: 2 NA / 1 NC, Relés.

Entradas: Conexión de un dispositivo de tipo 4, 3, ó 2.

Tiempo de respuesta (ms): 15

Categoría: 4

Tensión (v) c.c.: 24





## 4.5 Software

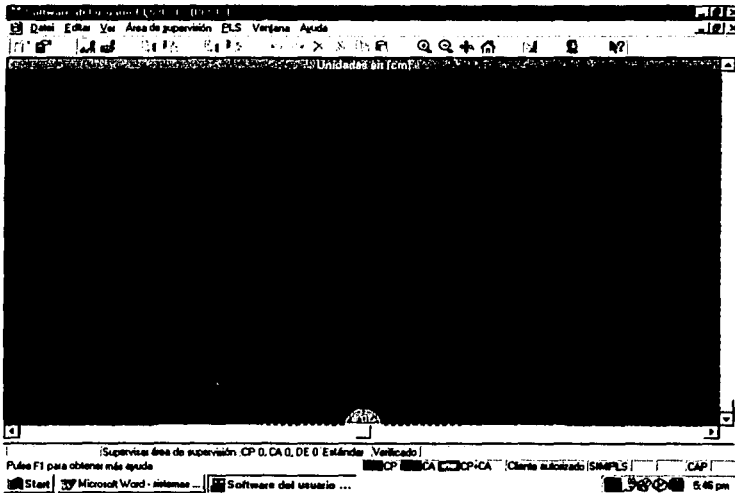
El software es parte vital de los dispositivos programables y por lo tanto presentan características y condiciones específicas de operación.

Es el caso del PLS y la Interfase LCU – P que presentan un software específico para su funcionamiento y aplicación satisfactoria en la tarea de seguridad establecida.

### 4.5.1 Software para el PLS

El PLS emplea un software para funcionamiento y monitoreo en el ambiente windows, se utilizan PC de escritorio o laptop para su programación.

Mediante una contraseña de 8 caracteres se puede acceder al software y visualizar en la pantalla la siguiente imagen para poder operar el PLS.



La imagen anterior muestra las zonas de protección, que son modificadas de acuerdo a la aplicación y toman formas muy diversas e irregulares.

Posteriormente se ordena realizar la inspección o escáneo de toda la zona para poder verificarla y así detectar la presencia de personas u objetos, mostrándose como sigue:

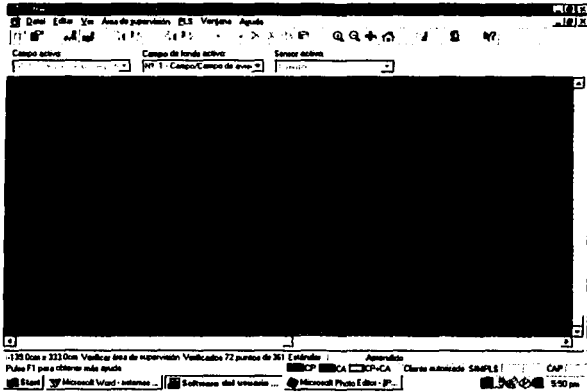


Figura 1. Inicia la inspección de la zona a proteger.

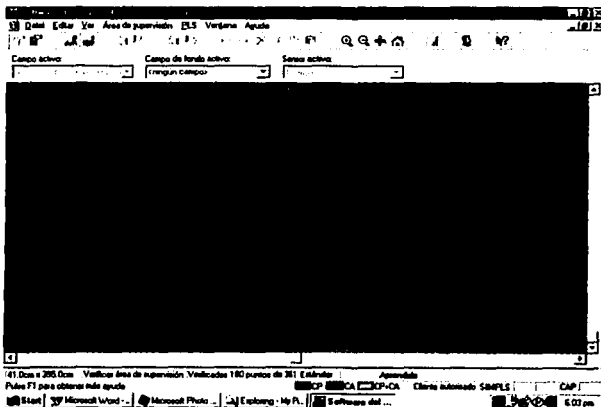


Figura 2. Inspección a medio ciclo.

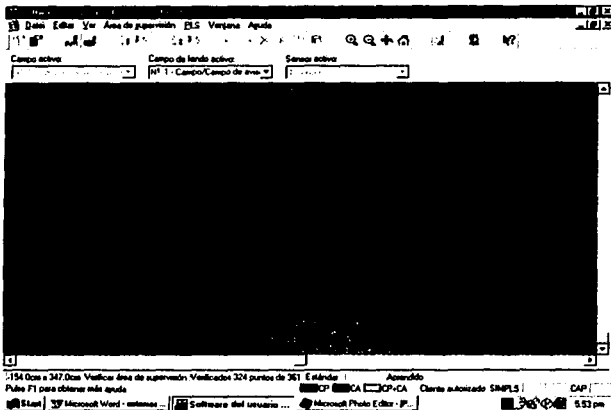


Figura 3. Terminando la inspección.

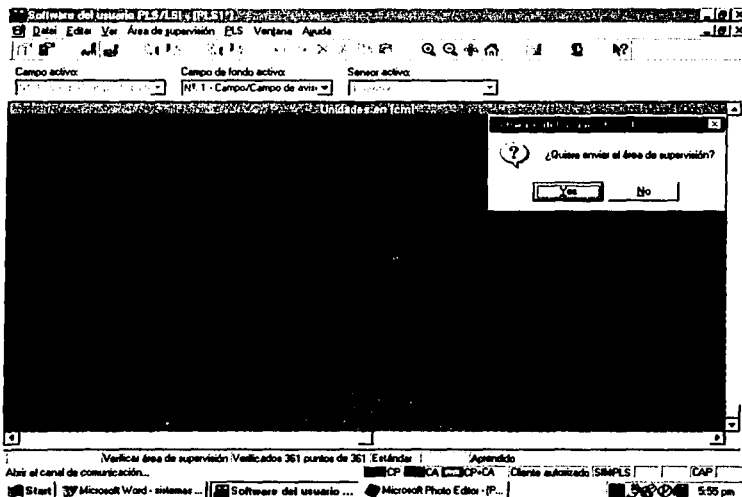


Figura 4. Inspección finalizada.

Al finalizar la inspección realiza la pregunta, si se desea almacenar el área supervisada en memoria del equipo para la posterior aplicación.

Si no se desea, se podrán modificar las zonas para una nueva inspección.

El semicírculo externo descrito con la línea verde cambiará su figura al encontrar presencia en aplicación real.

Dentro de las instrucciones se encuentran:

- Verificar o aprender el área
- Enviar y/o recibir información del PLS
- Supervisar
- Realizar la función de seguridad establecida

La aplicación del PLS y su software requieren de capacitación previa.

#### **4.5.2 Software para la interfase LCU – P**

La interfase se integra por los siguientes elementos:

1. **Programación** : La programación tiene lugar con las teclas de control que se encuentran en el panel frontal del equipo, apoyándose de un display o visualizador LC. En la estructura del software se encuentran integradas 4 rutas básicas.

- Ajustes básicos (Set up)
- Programas de usuario (User modes)
- Modo de servicio (Run modes)
- Diagnóstico

2. **Elementos de indicación, elementos de operación** : Esta interfase cuenta con 3 órganos que permiten su manejo confortable.

- Diodos LED (avisadores ópticos)
- Display LC ( visualizador de cristal líquido )
- Teclado

- Los *avisadores ópticos* señalizan los estados de salida de la interfase:

LED	Acción	Salidas
Verde	brilla	activas (conectadas)
Rojo	brilla	inactivas (desconectadas) *

### Trayecto óptico

\* Inactivas = Acción, pulsar ? y diagnosticar el fallo.

#### • *Display LC* :

Además de visualizar los mensajes de diagnóstico, el display tiene la tarea de **guiar** al operador por el menú de programación. El display contiene dos líneas o renglones de 20 caracteres cada una.

Al contrario de lo que ocurre con los mensajes de diagnóstico, para la programación los dos renglones están divididos funcionalmente en:

**Renglón 1:** Renglón de programa

**Renglón 2:** Renglón de opciones (selección de función)

#### - *Teclado* :

El teclado de control sirve, en combinación con el display para la programación y el diagnóstico de la LCU – P. Presenta las diferentes teclas siguientes:

**ESC Escape:** Sirve para abandonar la ruta del programa. Su pulsación exige también en caso de operaciones incorrectas (mensaje en el display).

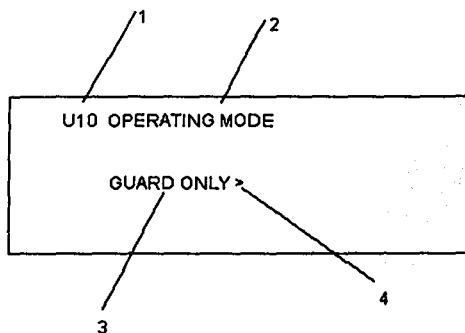
**? Diagnóstico:** Pulsar la tecla activa el programa de diagnóstico.

**EDIT Procesar:** Una vez que se ha seleccionado con el selector de la LCU – P la posición de *teclado*, a través de EDIT puede iniciarse el proceso de programación.

**< > Teclas de cursor:** Selecciona las opciones dentro del renglón de opciones (selección de función).

**ENTER Confirmar:** Confirmando con ENTER se recorre paso a paso el programa. Después de cada pulsación se avanza automáticamente al siguiente paso del menú. Entonces se memoriza la función ajustada (renglón de opciones).

## Representación del display LC



- 1 Número del programa: programa de usuario U1, paso 0 (renglón 1 programa).
- 2 Función del punto de menú.
- 3 Renglón de opciones (renglón 2).
- 4 > indica que pulsando las teclas de cursor puede seleccionarse entre varias funciones.

## Acceso al programa y activación

Se necesitan conocimientos técnicos y capacitación previa, ya que todos los trabajos de programación tienen que efectuarse por un **experto**.

El acceso al programa únicamente es posible introduciendo un código de tres dígitos confidencial. De este modo se impide un acceso no autorizado, bloqueándose el sistema tras haber introducido por tercera vez un código incorrecto.

En el display aparece el mensaje de *código incorrecto* combinado con un número, p. ej. 23. Detrás de este número de dos cifras se oculta un nuevo código, generado por la LCU – P debido a la operación incorrecta precedente.

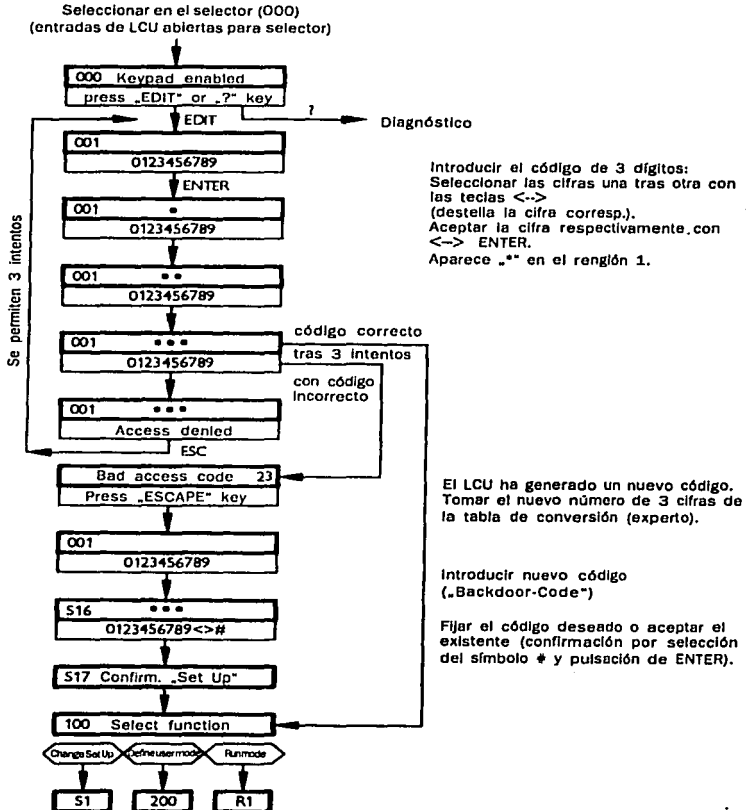
El número de este mensaje de error tiene que comunicarse a un experto o al servicio técnico del fabricante, que proporcionará el nuevo código de tres dígitos, *código maestro*.

Para el acceso al bloque de funciones se requiere un código de 4 dígitos, secreto y establecido desde fábrica.

Una vez accedendo se realiza la función **EDIT** para la programación o bien ? para obtener un diagnóstico.

El acceso y la activación del programa se puede verificar mediante el siguiente diagrama.

### Activación del programa



### 4.5.3 Estructura del programa

Como se mencionó anteriormente la estructura del programa se divide en 4 rutas básicas. Todas las rutas del programa tienen la misma estructura y se programan similarmente. Por razones de claridad y racionalidad en los siguientes diagramas de flujo se muestra la posibilidad de selección del renglón de opciones en conjunto.

Las opciones correspondientes al punto de menú están representadas en campos.



**Representado, puede modificarse.**



**Ajuste en fábrica, no puede modificarse.**

#### **Ajustes básicos (Set up)**

En la ruta de programa de ajustes básicos se determina la configuración básica del sistema.

#### **Funciones de usuario (User modes)**

En la ruta del programa *Funciones de usuario* pueden ajustarse o combinarse los modos de servicio.

Existen tres programas de usuario U1, U2, U3 y su forma de programación es idéntica. El display indica en cada caso el número correspondiente del punto de programa, p. ej. U11 Programa de usuario 1, paso 1; U21 programa de usuario 2, paso 1; U31 Programa de usuario 3, paso 1.

#### **Modos de servicio (Run modes)**

En la ruta de *Modos de servicio* pueden seleccionarse directamente los modos de servicio disponibles en el selector externo. El modo de servicio seleccionado se conserva hasta que se abandona el servicio de teclado con el selector o bien hasta que se ajusta otro modo de servicio, también tras conectar/desconectar la tensión de alimentación.

De este modo se tiene la posibilidad de seleccionar modos de servicio a través del teclado de la LCU – P o de un selector externo (supervisor).



## Diagnóstico

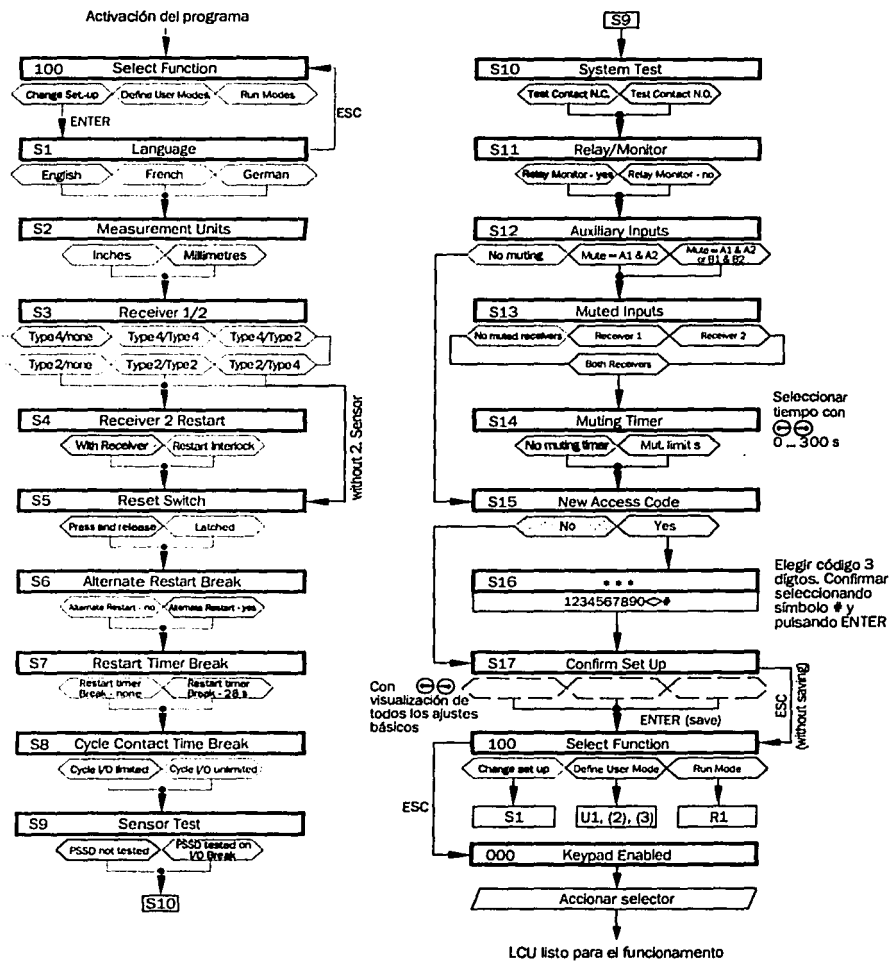
En la ruta de software *Diagnóstico* los mensajes de diagnóstico y fallo (error) se presentan en texto claro, a excepción del test de registros. Los mensajes de fallos se borran pulsando al mismo tiempo la tecla de cursor izquierda < y **EDIT** por lo menos 2 segundos.

Tras activar el diagnóstico la ruta puede seleccionarse por medio de las teclas de cursor < >.

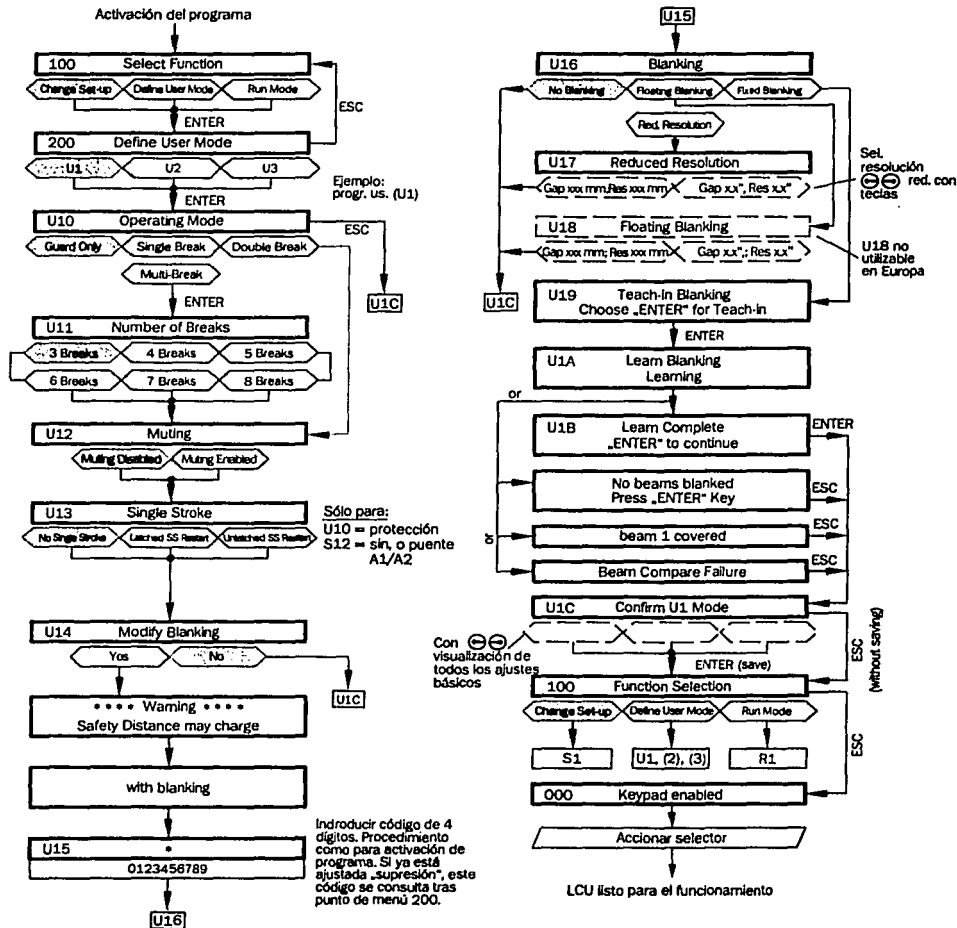
- Los diferentes mensajes de diagnóstico y fallos son para uso exclusivo del fabricante y su personal, por lo que no están disponibles.

En páginas siguientes se muestran los diagramas de flujo de las estructuras del programa, *Ajustes básicos (Set up)*, *Programas o Funciones de usuario (User modes)* y *Modos de servicio (Run modes)*.

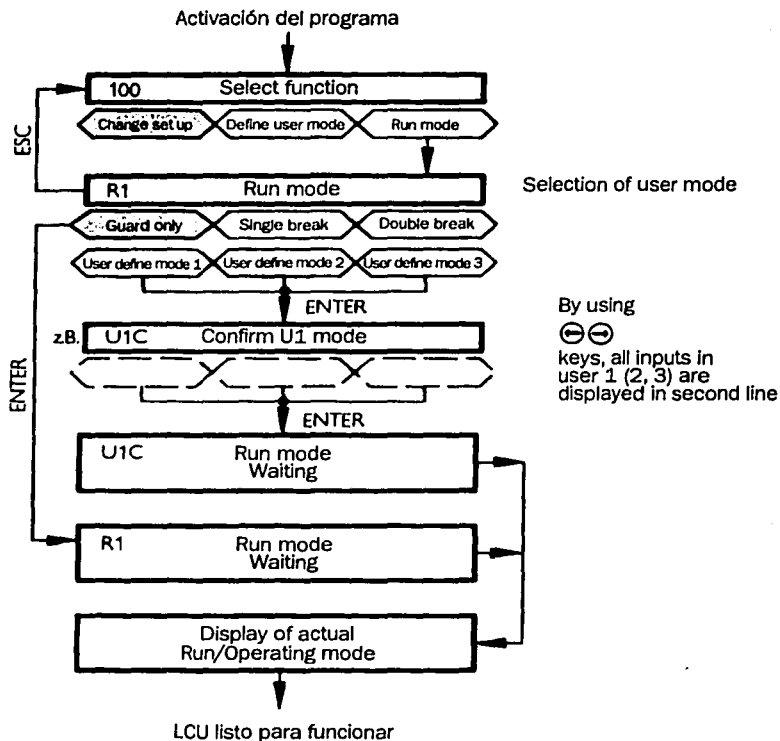
## Ajustes básicos (Set up)



## Programas de usuario (User modes)



## Modos de servicio (Run modes)



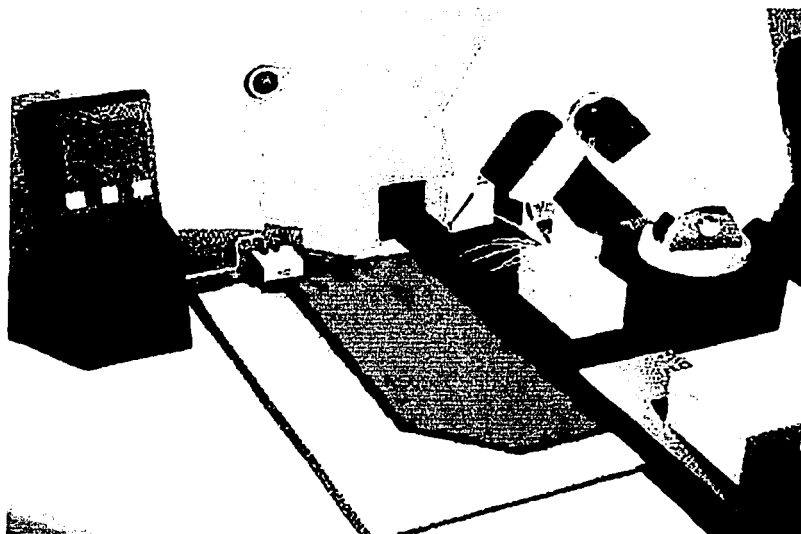
La interfase LCU – P proporciona mayor versatilidad en las aplicaciones de los equipos de seguridad, por lo que con ella se pueden realizar varias funciones que se rigen por la necesidad del operador y su maquinaria.

\*Las funciones posibles a realizar no se encuentran disponibles, son de uso exclusivo de personal capacitado previamente.

# Sistemas de Seguridad en la Industria Automatizada

## Capítulo 5

### Ejemplos de Aplicación



## 5 Ejemplos de aplicación

La aplicación de los equipos de seguridad es muy diversa, ya que el preservar la vida es de suma importancia.

En este capítulo se manejarán las aplicaciones según la zona a proteger, esto es, se dividirán por:

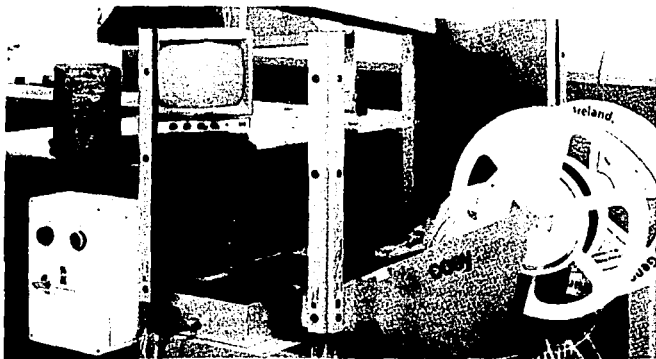
Punto de protección (dedo / mano)

Protección de áreas (control de presencia)

Potección perimétrica (control de accesos)

De las protecciones anteriores se manejarán ejemplos que ilustren lo que se indica, a manera de comprender dichas protecciones.

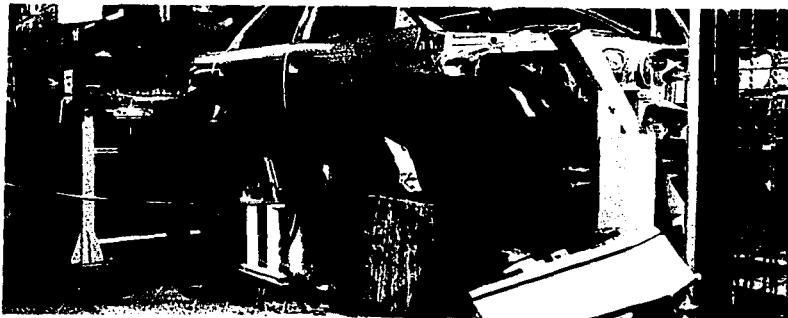
**Punto de protección (dedo / mano)**



Protección en la zona de trabajo en una máquina insertadora de componentes utilizando una cortina fotoeléctrica LGT de sick.

**Ejemplo 1**

Protección de una estación de soldadura. Zona de protección vertical con una cortina optoelectrónica FGS de SICK inclinada hacia delante. Esta configuración protege a la mano y no permite la presencia de una persona entre la máquina y la cortina optoelectrónica.



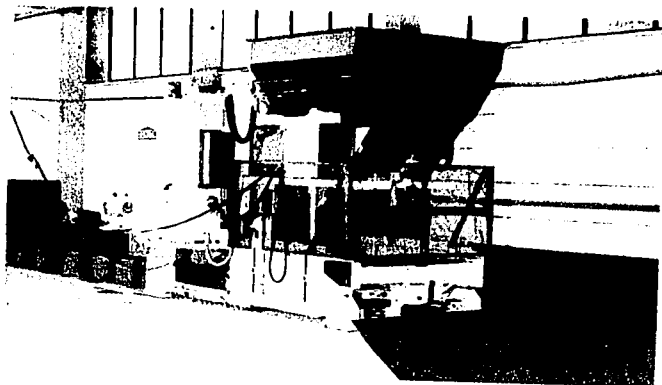
**Ejemplo 2**



**Ejemplo 3**

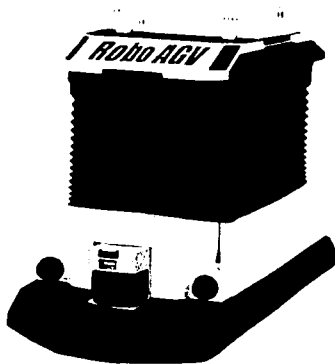
Protección de la zona de trabajo en paletizadores, mediante las cortinas LGT.

## Protección de áreas (control de presencia)



Protección de áreas  
(control de presencia) en  
una máquina móvil  
colocadora de ladrillos  
empleando el escáner  
láser PLS de SICK.

### Ejemplo 4



Automatic Guided Service Robot

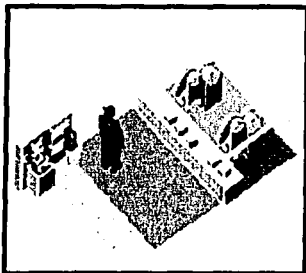
**Ejemplo 5**  
Robot de servicio con charola transportadora,  
viaja distintas distancias.



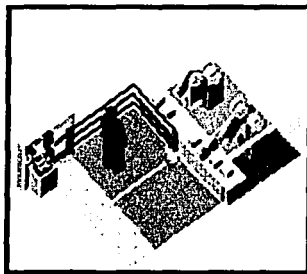


### **Ejemplo 6**

**Robot móvil de trabajo, control de presencia de objetos y personas mediante el PLS, conforme va avanzando.**



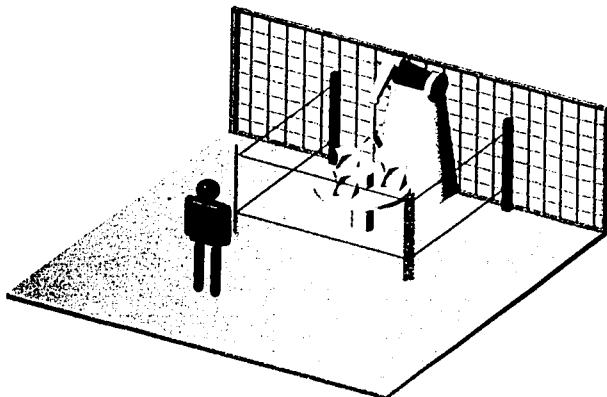
### **Ejemplo 7**



### **Ejemplo 8**

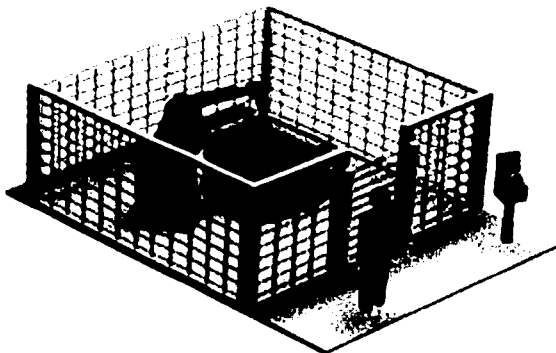
**Estos ejemplos muestran el control de presencia en áreas iguales, pero con colocación diferente del PLS.**

## Protección perimétrica (control de accesos)



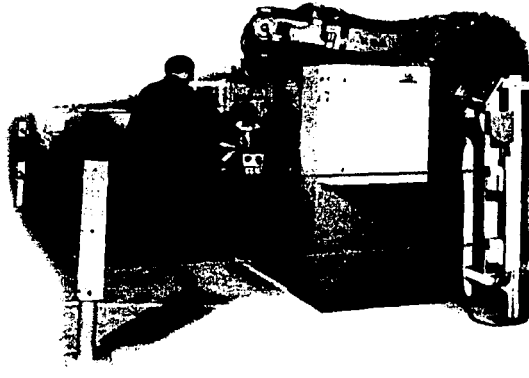
### Ejemplo 9

Control de acceso mediante el empleo de unas cortinas MSL.



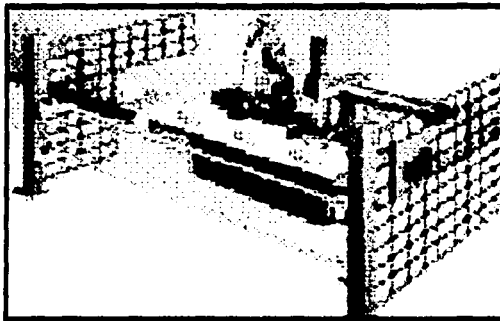
### Ejemplo 10

Control de acceso utilizando las cortinas FGS, además de un control externo de re – inicio de funciones en el caso de una inhibición del sistema.



### **Ejemplo 11**

**Perímetro de protección mediante el sensor WSU / WEU refractando los haces en un ángulo de 90° mediante espejos específicos en una troqueladora.**



### **Ejemplo 12**

**Protección perimétrica con 2 juegos del sensor WSU / WEU, sin refractar los haces, no hay espejos.**



### **Ejemplo 13**

**Vehículo de transporte de materiales, protección perimétrica mediante las cortinas MSL.**

Las posibilidades de aplicación son bastas, por lo que los equipos de seguridad no son exclusivos de una máquina o cierto proceso, pero si nacen por la necesidad de evitar riesgos y salvar una vida.

Los ejemplos anteriores denotan algunas aplicaciones que sirven para la comprensión de las protecciones antes mencionadas.

## Conclusiones

Cabe mencionar que el nacimiento y desarrollo de la tecnología, así como de la misma industria, se remonta a las primeras creaciones de un *instrumento* útil con el cual se mejoraban las tareas, sin embargo tuvo que pasar mucho tiempo para poder comprender y crear tecnología que fuera de gran aprovechamiento y diera paso a una nueva era industrial.

El desarrollo de la tecnología, día a día es tan rápido que es necesario estar actualizándose permanentemente, sobre todo en el campo de la ingeniería (en este caso de la electrónica), la cual sufre transformación constante.

De ahí, el motivo para la realización de este trabajo que engloba lo más actual y avanzado en tecnología de las áreas de Física, Óptica, Electrónica, sobre todo de la Ingeniería que es la parte práctica y constructiva de todas ellas, y del actual trabajo.

Los avances técnicos no sólo han proporcionado una industria creciente, sino que ahora también la mantiene **Segura** y muy apta para laborar sin el temor de un riesgo de accidente.

Por eso la creación de todos los dispositivos de seguridad como muestra del desarrollo tecnológico y su basta utilidad en aplicación de seguridad para lo que fueron creados en la industria en general. Como se describió en el desarrollo del presente trabajo.

Estos dispositivos, entre otros, son: las cortinas ópticas, sensores, escáners de proximidad láser, que proporcionan protección en distintas zonas de trabajo, desde un área reducida donde sólo caben las manos y parte del brazo, hasta áreas más amplias en donde no se puede acceder por el gran riesgo que presentan.

En la industria existen vehículos de servicio guiados automáticamente que se desplazan por toda la nave industrial y pueden atropellar o arrastrar a una persona, siendo un área de riesgo por presencia, por eso la creación y utilización del escáner de proximidad láser.

La presente información se realizó con el objeto de dar a conocer lo existente en cuanto a equipo de seguridad se refiere, de una manera práctica y como guía para futuros conocimientos y desarrollo de próximas generaciones de ingenieros que gusten de aprender y dedicarse a la aplicación de algo nuevo y actual.

Estos equipos y su tecnología crecerán juntos, siendo posible su participación en la industria por mucho tiempo a fin de evitar en lo máximo posible un sin número de accidentes laborales.

## Glosario

**AOPD:** *Dispositivo optoelectrónico activo de protección.* Dispositivo cuya función de detección se realiza mediante elementos optoelectrónicos emisores y receptores que detectan la interrupción de radiaciones ópticas, generadas dentro del dispositivo, por un objeto opaco presente en la zona de detección específica, "**Dispositivo de seguridad.**"

**Colimación:** Obtención de un haz de rayos paralelos a partir de un foco luminoso. Alinear los elementos constituyentes de un sistema óptico.

**EDM:** *Control Externo de Contactores.* Dispositivo mediante el cual el equipo de protección electrosensible chequea el estado de los dispositivos de mando que son externos al equipo de protección electrosensible.

**Inhibición:** Suspensión temporal automática de una o varias funciones de seguridad por partes del sistema de mando asociadas con la seguridad.

**OSSD:** *Dispositivo de conmutación de señales de salida.* Componente del equipo de protección electrosensible conectado al sistema de mando de la máquina que, cuando se activa la función de detección durante el funcionamiento normal, responde cambiando a estado lógico 0 (cero).

**Resolución:** Referencia al tamaño mínimo de un objeto cuya detección mediante un AOPD es garantizada por el fabricante. También se denomina sensibilidad a objetos.

**SMART:** Tecnología digital de vanguardia, también llamada tecnología inteligente.

## **Bibliografía**

- **Técnicas y procesos en las instalaciones automatizadas**  
Autor: Juan Millán Esteller  
Editorial: Casadomo soluciones S.L., 2001
- **Automatización de procesos industriales**  
Autor: Aurelio Vega Martínez  
Juan Manuel Cerezo Sánchez  
Editorial: Publicaciones docentes del DIEA, 2002
- **Autómatas Programables**  
Fundamento, manejo, instalación y prácticas  
Autor: Alejandro Porras Criado  
Antonio Plácido Montanero Molina  
Editorial: McGraw – Hill, 1994
- **Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios**  
Equipos e instalaciones electrotécnicas  
Autor: J. Moreno, E. Rodríguez, D. Lasso  
Editorial Casadomo soluciones S.L., 2002
- **Automátas Programables**  
Autor: A. Simón  
Editorial: Paraninfo, 1988
- **Automatismo Eléctrico y Electrónico**  
Autor: F. Artero  
Editorial: Donostierra, 1985
- **Controladores lógicos y Autómatas Programables**  
Autor: E. Mandado y otros  
Editorial: Marcombo, 1990
- **Maquinaria Segura con protección optoelectónica**  
Guía Práctica  
SICK Optic – Electronic S.A., 2002
- **Manual técnico**  
Siemens S.A., 2002
- **Manual técnico**  
SICK Optic – Electronic S.A., 2002
- **Controles lógicos programables**  
Manual de estudio  
FESTO DIDACTIC, 2001