

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

Seguridad de las Máquinas.
Medidas Preventivas para la reducción de riesgos
Medidas de Protección
DISPOSITIVOS SENSIBLES

Jorge Sanz Pereda
jorge.sanz@insst.mites.gob.es
(INSST – CNVM Bizkaia)

CNVM - BIZKAIA
16 y 17 de NOVIEMBRE de 2022

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

MEDIDAS DE PROTECCIÓN

- RESGUARDOS
- DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO
- MANDOS A DOS MANOS
- DISPOSITIVOS SENSIBLES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

DISPOSITIVOS SENSIBLES

Son dispositivos que provocan la parada y/o inhiben la puesta en marcha de la máquina, de sus elementos peligrosos, o de una función peligrosa, cuando una persona o parte de su cuerpo, rebasa un límite de seguridad o acciona voluntaria o involuntariamente el dispositivo sensible.

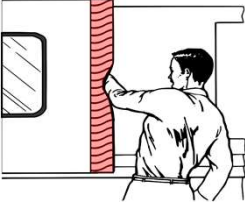
TIPOS DE DISPOSITIVOS

- DETECCIÓN MECÁNICA
- DETECCIÓN NO MECÁNICA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

DISPOSITIVOS SENSIBLES DE DETECCIÓN MECÁNICA

Están constituidos por dispositivos de diferentes formas tales como bordes, suelos o alfombras, que son accionados mecánicamente por la persona y que actúan sobre uno o varios detectores de posición, los cuales actúan sobre los circuitos que ordenan una parada normal, de seguridad o de emergencia.

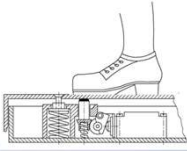



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

ALFOMBRA - SUELO SENSIBLE A LA PRESIÓN

Dispositivo de protección que detecta una persona de pie o desplazándose sobre él, que comprende un sensor(es) que responde(n) a la aplicación de una presión, una unidad de mando y una o varias interfaces de salida.

En una alfombra sensible a la presión, la superficie sensible efectiva se deforma localmente cuando el(los) sensor(es) se acciona(n). En un suelo sensible a la presión, la superficie sensible efectiva se mueve en su totalidad cuando el(los) sensor(es) es(son) accionados




GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Los tapices y suelos sensibles a la presión son accionados por el peso de una persona. Generan la señal por el uso de, por ejemplo, contactos mecánicos, sensores de fibra óptica.

Los requisitos para los tapices y suelos sensibles a la presión se dan en la norma de producto UNE EN ISO 13856-1.




GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CONDICIONES DE SELECCIÓN Y MONTAJE PARA SUELOS SENSIBLES

-es indispensable que la superficie del suelo este lisa (la deformación de la placa o la presencia de objetos extraños bajo la placa pueden hacer que el dispositivo no pueda detectar a una persona)

-tener en cuenta las condiciones de operación (por ejemplo, la posibilidad de burlado, la posibilidad de un acceso indetectado por la parte de atrás del dispositivo)

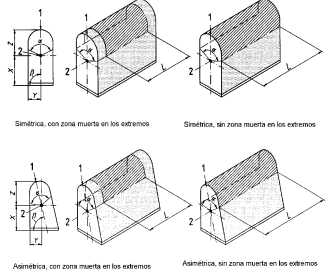
-tener en cuenta las condiciones del entorno;

- riesgo de daños debido al tráfico sobre la alfombra (carretillas elevadoras u otros vehículos pesados);
- cambios en las propiedades de la alfombra debido a salpicaduras, chispas, cambios de temperatura;

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

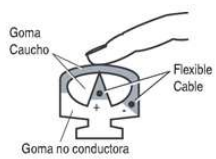
BORDE SENSIBLE A LA PRESION

Los bordes y barras sensibles a la presión son accionados al presionar. Generan la señal por el uso de, por ejemplo, contactos mecánicos, sensores de fibra óptica. Los requisitos para bordes y barras sensibles a la presión se dan en la norma de producto UNE EN ISO 13856-2.




GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

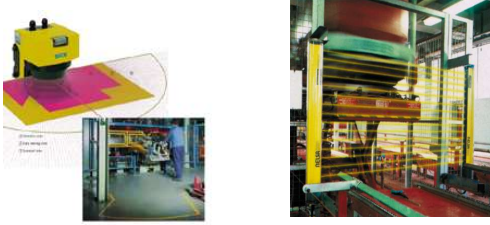
Los bordes y barras sensibles a la presión pueden instalarse en una parte móvil de una máquina, en un lugar en el que exista un peligro de atrapamiento, aplastamiento o de colisión.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

DISPOSITIVOS SENSIBLES DE DETECCIÓN NO MECÁNICA

La detección se efectúa de forma no mecánica detectando la presencia de una persona o de parte de su cuerpo por medio de diferentes equipos de detección electro sensible tales como la ocultación o interrupción de haces en las cortinas fotoeléctricas o de la interrupción de haces únicos efectuados con escáner láser.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

EQUIPO DE PROTECCIÓN ELECTROSENSIBLE (ESPE)

Unión de dispositivos y/o componentes trabajando conjuntamente con fines de protección y/o detección de presencia que comprende como mínimo:

- dispositivo de detección
- dispositivos de mando/control
- dispositivos de conmutación de la señal de salida

HAZ (AOPD)

CORTINA FOTOELÉCTRICA (AOPD)

LÁSER SCANNER (AOPDDR)

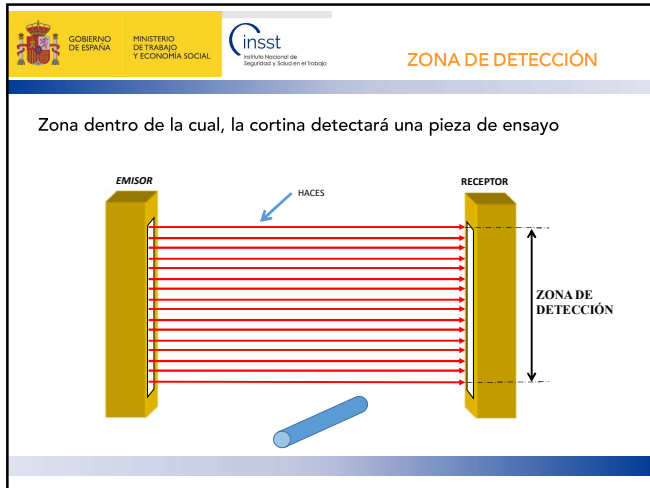


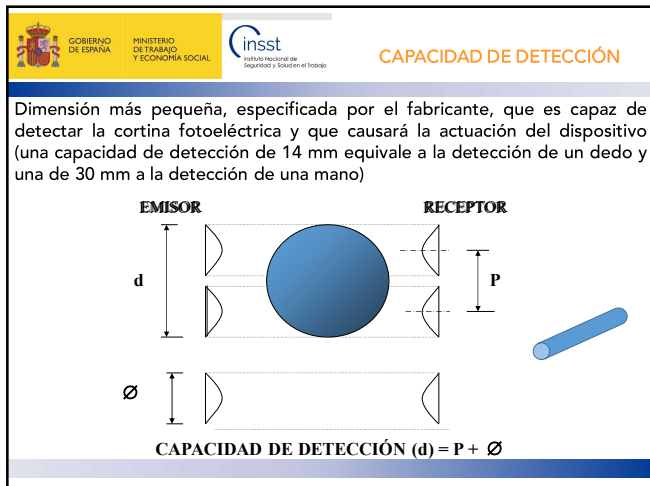
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

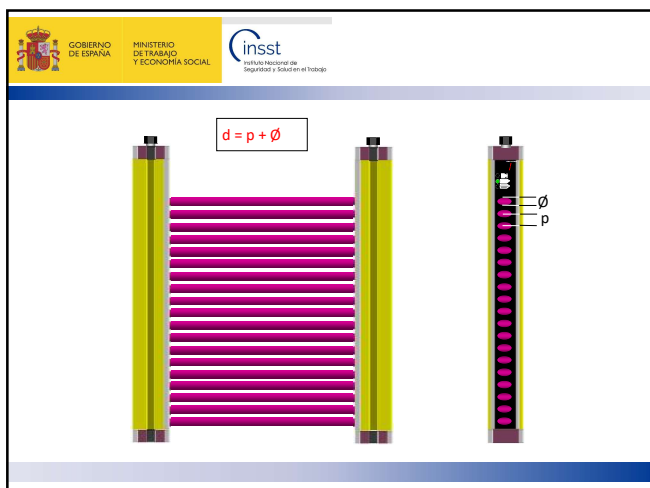
CORTINA FOTOELÉCTRICA (AOPD)

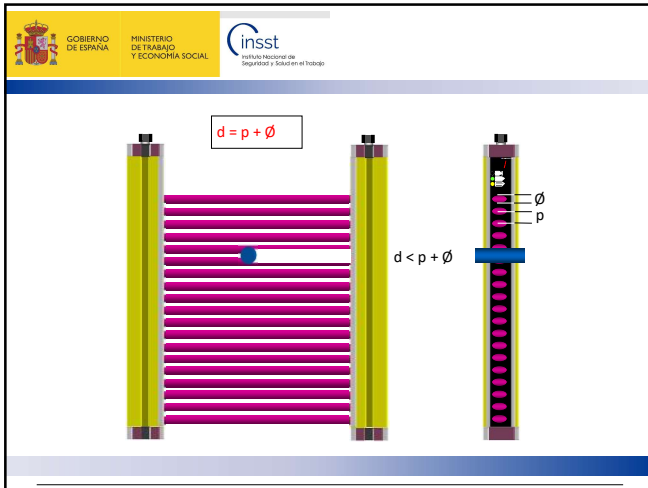
La función de detección se lleva a cabo por elementos emisores y receptores optoelectrónicos integrados conjuntamente que conforman una zona de detección con una específica capacidad de detección suministrada por el fabricante, que detectan la interrupción de las radiaciones ópticas generadas, provocada por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada.

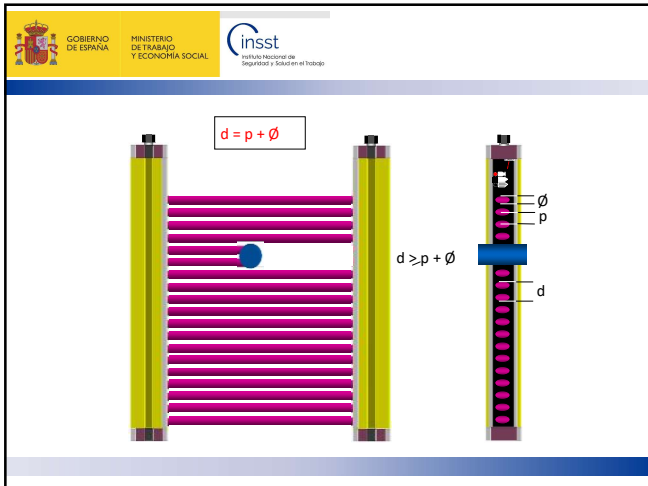










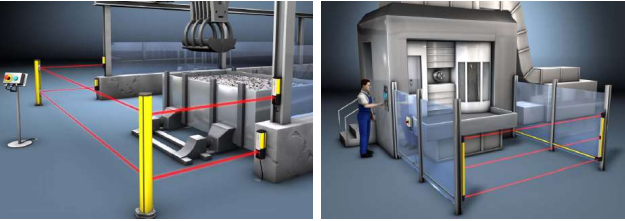




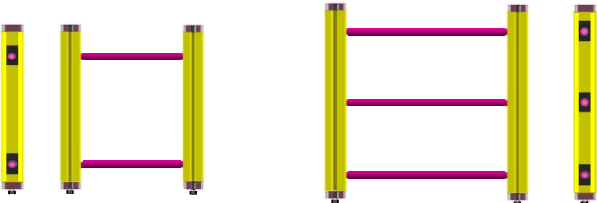
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

DISPOSITIVO DE HAZ (AOPD) Multihaz

(AOPD) compuesto por múltiples elementos emisores y sus correspondientes elementos receptores, en que la zona de detección no está especificada por el fabricante



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

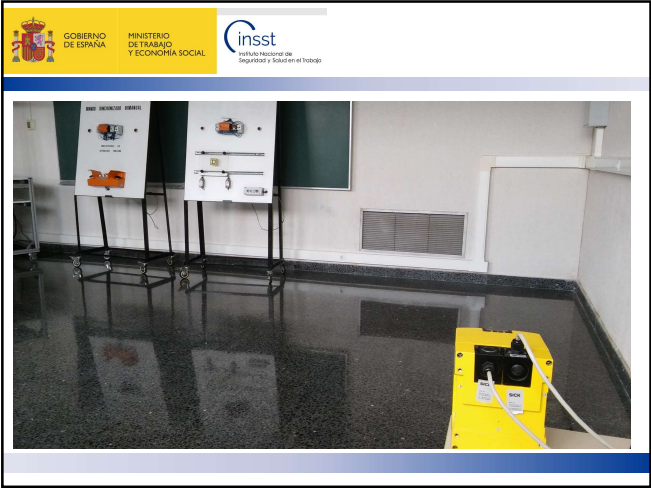
DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN OPTOELECTRÓNICO ACTIVO DE REFLEXIÓN DIFUSA (AOPDDR)

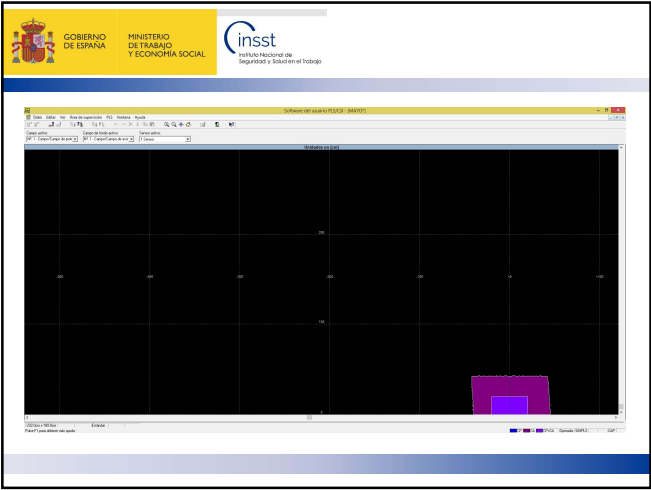
Un dispositivo cuya función de detección se lleva a cabo por elementos emisores y receptores optoelectrónicos que detectan la reflexión difusa de las radiaciones ópticas generadas, dentro del dispositivo, provocadas por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada

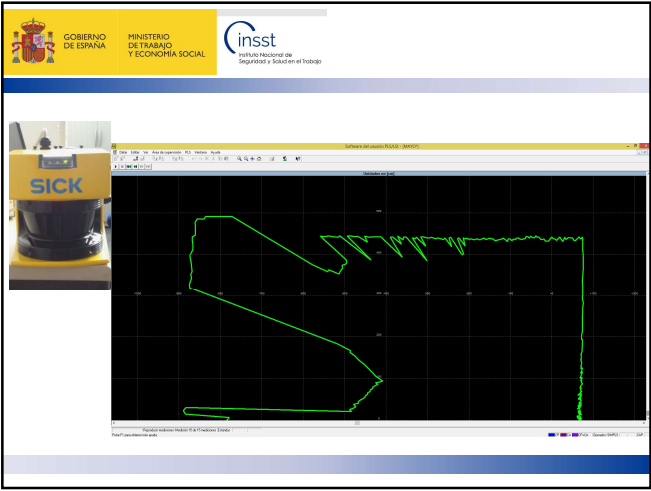


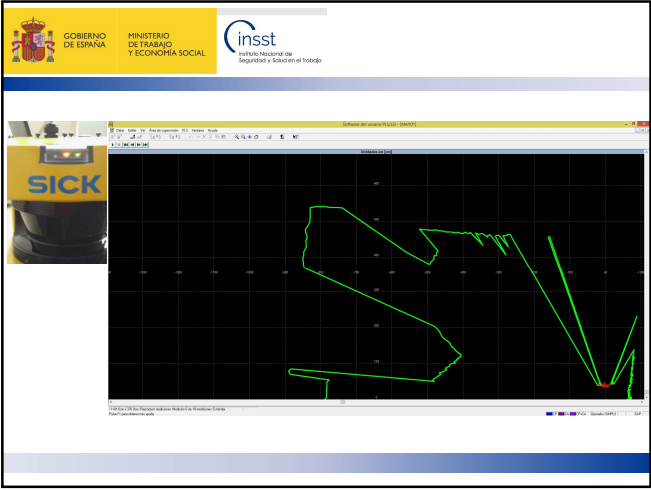


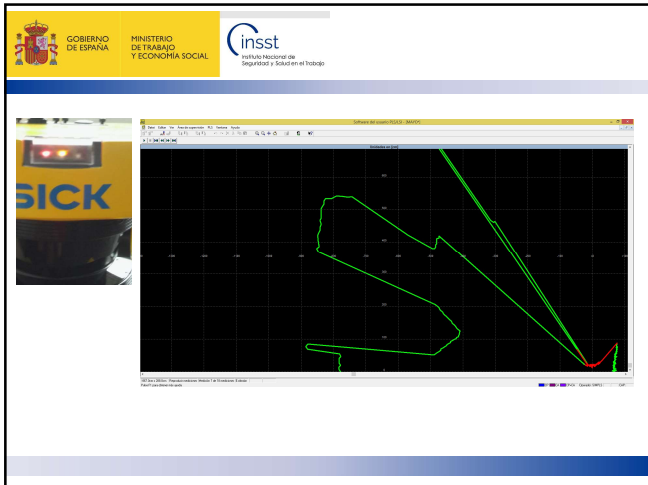














GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

CONDICIONES GENERALES DE IDONEIDAD DE LOS DISPOSITIVOS SENSIBLES

Estos dispositivos se pueden seleccionar como idóneos cuando para el funcionamiento de la máquina se requiere de accesos frecuentes, interacción del operario con la máquina, buena visibilidad del proceso, o cuando es difícil la instalación de resguardos en la máquina.

Sin embargo, algunas características particulares de la máquina pueden imposibilitar la utilización de estos dispositivos como única medida de protección:

- Posibilidad de proyección de materiales, virutas, chispas....
- Riesgo de daño por radiación térmica, u otras radiaciones
- Niveles inaceptables de ruido

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

MODOS DE UTILIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

- 1.-Ordenar la parada
- 2.-Detectar la presencia
- 3.-Ordenar la parada y detectar la presencia
- 4.-Actuar como sistema de protección y mando

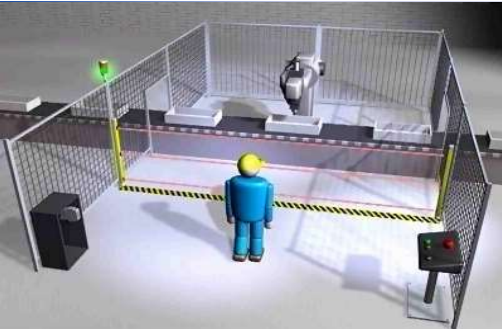
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

1.-Ordenar la parada



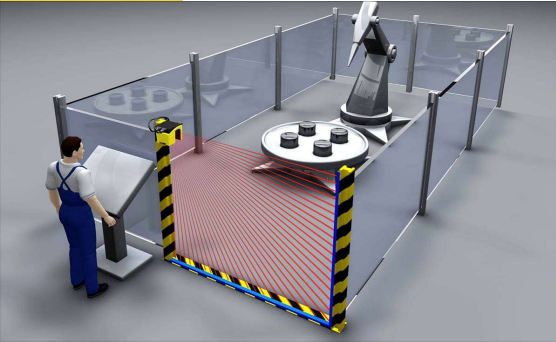
Al atravesar el control de acceso a una zona peligrosa, a través de los haces de una cortina fotoeléctrica

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



Al atravesar el control de acceso a una zona peligrosa, a través de un AOPD multihaz

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



Al atravesar el control de acceso a una zona peligrosa, a través de un scanner AOPDDR

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CONDICIONES DE IDONEIDAD DE LOS DISPOSITIVOS QUE ORDENAN LA PARADA

Cuando el dispositivo se utiliza para ordenar la parada, se debe garantizar una parada rápida y segura de la máquina, antes de que una persona pueda acceder a la zona peligrosa.

Estos dispositivos sólo se pueden instalar en equipos cuyos elementos peligrosos se pueden parar en cualquier punto de la fase peligrosa y con la celeridad necesaria.

Por tanto, estos dispositivos no podrán instalarse como sistemas de protección cuando por las propias características de la máquina, del proceso productivo o por otras causas, no se pueda parar total o parcialmente la máquina. Por ejemplo, en prensas de revolución total, ya que la corredera no se puede parar en cualquier punto del recorrido, ni en máquinas en las que la inercia de sus elementos móviles es muy grande.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

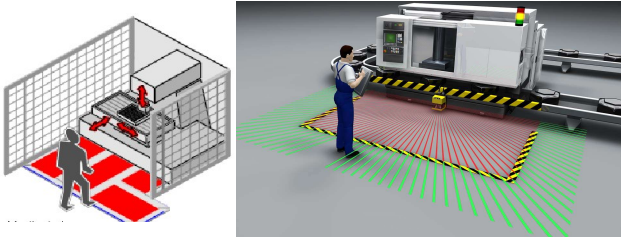
2.-Actuar como dispositivo detector de presencia.



Impidiendo cualquier puesta en marcha de los elementos peligrosos, cuando el dispositivo detecta la presencia del operador en la zona peligrosa

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

3.-Ordenar la parada y detectar la presencia.



Impidiendo en este caso la nueva puesta en marcha de la máquina hasta que el operador salga de la zona de detección y se rearme el sistema.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

4.-Actuar como sistema de protección y mando.
Como mando; ordenando el movimiento peligroso solamente cuando los elementos peligrosos están en una posición determinada y, dependiendo del sistema de trabajo, se ha detectado:

- un corte seguido de una liberación de los haces (una interrupción)
- dos maniobras corte/ liberación seguidas de los haces (dos interrupciones)

Como protección; además, en cualquier punto de la fase peligrosa del ciclo de trabajo, el sistema ordena la parada de los elementos peligrosos, si la barrera detecta la intrusión de cualquier parte del cuerpo del operador o, en general, de un obstáculo.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

UTILIZACIÓN COMO MANDO

Esta utilización está restringida a máquinas con cortinas tipo 4, que son operadas por una sola persona que alimenta la máquina de forma manual, repetitiva y en ciclos cortos.

El dispositivo de protección no debe ser el único medio de poner en marcha la máquina. Se deben proporcionar medios de puesta en marcha convencionales y apropiados modos de selección del equipo de protección.

Para reducir la posibilidad de una puesta en marcha intempestiva de la máquina, la capacidad de detección mínima será 30 mm para detectar manos o 50 mm para brazos o cuerpo entero.

El primer ciclo de la máquina debe iniciarse por medio de una puesta en marcha convencional; la activación de la cortina durante las operaciones peligrosas iniciará el bloqueo de rearmado y requerirá un rearme convencional manual de la máquina.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

Por ejemplo la norma UNE EN ISO 16092-1 (antigua UNE EN 692) fija unos requisitos específicos para esta aplicación en Prensas :

- la altura de la mesa de la prensa debe ser $\geq$ a 750 mm;
- la longitud del recorrido de apertura debe ser $\leq$ a 600 mm y el ancho de la mesa $\leq$ a 1000 mm;
- la capacidad de detección no debe exceder de 30 mm
- la posibilidad de iniciar el movimiento de la prensa al liberarse la cortina, esta limitado a un período preseleccionado no superior a 30 s pasado el cual deberá rearmarse;
- si hay más de una cortina, sólo una de ellas debe seleccionarse para iniciar el ciclo en cada momento.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

OTRAS FUNCIONES OPCIONALES

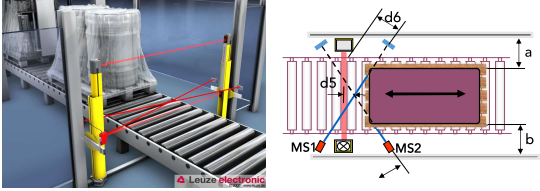
Son funciones opcionales asociadas al equipo de protección que pueden ser necesarias para aplicaciones específicas de la máquina.

- Inhibición / Muting
- Blanking.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

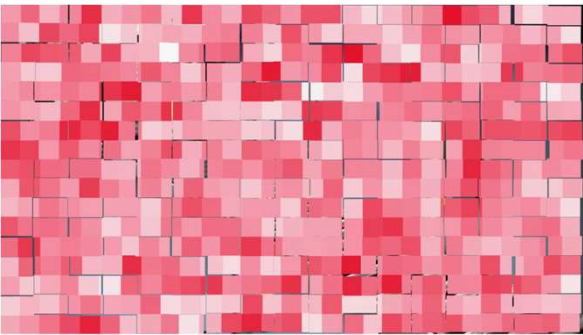
INHIBICIÓN - MUTING

La inhibición (Muting) es una suspensión temporal automática de la(s) función(es) de seguridad por parte del sistema de mando.



La función de inhibición debe iniciarse y finalizar automáticamente. Esto se logra mediante el uso de sensores seleccionados y colocados adecuadamente o por señales procedentes del sistema de mando de la máquina.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

BLANKING

El Blanking es una función por la cual una o más áreas definidas de la zona de detección de un AOPD se configuran de tal forma que materiales, partes de la pieza o de la máquina pueden estar presentes dentro de la zona de detección sin generar una señal de parada.



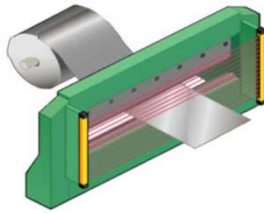
El Blanking emplea una función de supervisión para determinar si el área definida objeto de blanking está siendo ocupada por un objeto y hace que el/los OSSD(s) pase (n) al estado INACTIVO (OFF-state) tan pronto como dicho área quede desocupada.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

El blanking puede ser fijo o flotante.

En el **Blanking fijo** el área definida objeto de blanking de la zona de detección no cambia durante el funcionamiento de la función. La capacidad de detección de las otras áreas de la zona de detección permanecen sin cambios.

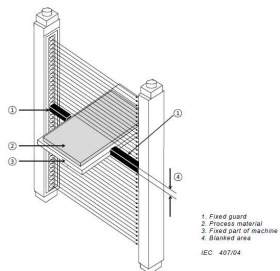
En el **Blanking flotante** el área definida objeto de blanking se desplaza siguiendo la ubicación de un objeto en movimiento. Se utiliza para aplicaciones en las que el material o la pieza de trabajo se puede mover dentro de la zona de detección. La capacidad de detección puede variar en los bordes del área objeto de blanking.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

La cortina fotoeléctrica opera en "modo opuesto" (blanking supervisado), es decir, irá al estado inactivo si un área que debería estar ocupada queda libre, y no puede haber ningún hueco en la zona de detección que podría permitir el acceso de una persona

El área de blanking está ocupada de forma continua y en su totalidad por materiales, accesorios, resguardos fijos o resguardos con enclavamiento extraíbles



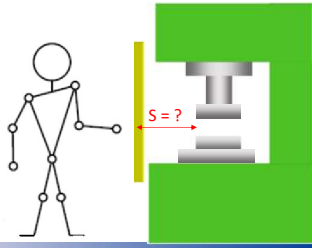
1. Fixed guard
2. Process (material)
3. Fixed part of machine
4. Blanked area
IEC 42704

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

POSICIONAMIENTO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN

El dispositivo debe posicionarse a la suficiente distancia del(os) peligro(s) de la máquina para asegurar que la máquina puede parar o alcanzar una condición segura antes de que cualquier parte del cuerpo pueda alcanzar la zona peligrosa, teniendo en cuenta todas las previsible direcciones de aproximación.

Para el cálculo de la distancia se seguirán las directrices de la norma armonizada UNE-EN ISO 13855 "Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los dispositivos de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano".



$S = ?$

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

FÓRMULA GENERAL CÁLCULO DISTANCIA MÍNIMA

La distancia mínima con relación a la zona peligrosa se debe calcular mediante la fórmula general:

$$S = k \cdot T + C$$

S es la distancia mínima en milímetros desde la zona peligrosa al punto, línea, o plano de detección más próximo.

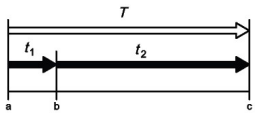
K es una constante en mm/s calculada a partir de los datos sobre velocidades de aproximación del cuerpo o partes del cuerpo.

T es el tiempo de parada global en segundos.

C es una distancia adicional en milímetros, que tiene en cuenta la intrusión hacia la zona peligrosa antes de la activación del dispositivo de protección.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

T es el tiempo de parada global compuesto por ($t_1 + t_2$) en segundos.



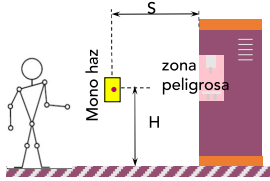
t_1 tiempo máximo transcurrido desde la activación de la función de detección hasta que los dispositivos de conmutación de la señal de salida están desconectados (señal de parada generada). Es función del dispositivo de protección (tiempo de respuesta).

t_2 tiempo máximo requerido para que termine la función peligrosa de la máquina, es decir el tiempo necesario para detener la máquina después de recibir la señal de salida emitida por el dispositivo. Es función de la máquina (tiempo de parada).

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CÁLCULO DISTANCIA SEGURIDAD PARA MONO HAZ

Un dispositivo de un solo haz, como único medio de protección no es apropiado para evitar el acceso. Este se utiliza normalmente en combinación con otros protectores u otras estructuras que restringen la(s) abertura(s) de manera que es imposible pasar por el dispositivo sin ser detectado.



Se ha constatado en la industria que una altura de 750 mm desde el plano de referencia, constituye una solución satisfactoria para evitar el paso de forma involuntaria por encima o por debajo del haz.

$$S = (1600 \times T) + 1200$$

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CÁLCULO DISTANCIA SEGURIDAD PARA MULTHAZ

haces múltiples independientes para detectar el cuerpo entero
(no apropiado para detectar partes del cuerpo)

$$S = (1600 \times T) + 850$$

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

Se deben tener en cuenta los métodos que permiten burlar los dispositivos multihaz, como por ejemplo:

- Pasar gateando por debajo del haz más bajo
- Pasar la mano por encima del haz más alto
- Pasar la mano entre dos haces
- Pasar el cuerpo entre dos haces

Pueden ser necesarias medidas preventivas suplementarias para evitar el acceso a la zona peligrosa

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CÁLCULO DISTANCIA SEGURIDAD PARA CORTINAS

Dependiendo del modo de aproximación de la persona a la zona de detección de la cortina, esta fórmula general para el cálculo de la distancia se concretará en una serie de fórmulas particulares.

Se consideran tres tipos de aplicaciones en función de la dirección de aproximación a la zona de detección:

- Aproximación perpendicular
- Aproximación paralela
- Aproximación angular

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CÁLCULO EN APROXIMACIÓN PERPENDICULAR

El cálculo de la distancia mínima, S , comprende tres pasos:

1. Determinación de la distancia mínima al atravesar la zona de detección de la cortina, S_{RT} (a través de la cortina).
2. Determinación de la distancia mínima para evitar acceder a la zona peligrosa por encima de la zona de detección, en el caso de que sea posible, S_{RO} (por encima de la cortina).
3. Comparación de S_{RT} y S_{RO} para determinar la distancia, S . Se debe escoger el mayor valor que resulte de la comparación.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

ALCANCE A TRAVÉS DE LA CORTINA – S_{RT}

aplicable para una capacidad de detección $d \leq 40$ mm

Aproximación perpendicular

zona peligrosa

$S_{RT} = K \cdot T + C$

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

ALCANCE A TRAVÉS DE LA CORTINA - S_{RT}

Donde $C = 8 (d - 14)$; no inferior a cero

$$S_{RT} = K \cdot T + 8 (d - 14)$$

Donde d es la capacidad de detección en mm

Donde $K = 2000 \text{ mm/s}$ ó 1600 mm/s según condicionantes durante el cálculo

El valor mínimo de S_{RT} debe ser de 100 mm

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

APROXIMACIÓN PERPENDICULAR

aplicable para la utilización de la cortinas con reiniciación de ciclo (función de mando)

$$S_{RT} = 2000 \cdot T + 8 (d - 14)$$

La capacidad de detección debe ser $d \leq 30 \text{ mm}$

Es posible que una $d > 30$, no detecte la muñeca después de haber detectado la mano, lo que puede producir un arranque inesperado.

El valor mínimo de S_{RT} debe ser superior a 150 mm

Si la capacidad de detección es $d \leq 14 \text{ mm}$; entonces el valor mínimo de S_{RT} debe ser superior a 100 mm

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

ALCANCE POR ENCIMA - S_{RO}

Se debe también tener en cuenta la posibilidad del acceso a la zona peligrosa pasando por encima de la zona de detección (burlado), sin que se active la cortina.

Se pueden dar dos situaciones:

a) alcance por encima de una zona de detección sin una estructura de protección suplementaria

b) alcance por encima de una zona de detección con una estructura de protección suplementaria

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

ALCANCE POR ENCIMA - S_{RO} SIN ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA

La distancia mínima S será:

$$S_{RO} = K T + C_{RO}$$

a Altura de la zona peligrosa
b Altura del borde superior de la zona de detección de la cortina
 C_{RO} Distancia suplementaria que una parte del cuerpo puede recorrer hacia la zona peligrosa antes de que se active la cortina (véanse los valores de la tabla)

Donde $K = 2000 \text{ mm/s}$ ó 1600 mm/s según condicionantes durante el cálculo

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Para C_{RO} , se deben aplicar los valores de la tabla 1 (UNE-EN ISO 13855), estos valores indican la distancia suplementaria, basada en la distancia que una parte del cuerpo (generalmente una mano) puede recorrer hacia la zona peligrosa antes de que se active la cortina.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Altura de la zona peligrosa a	Altura del borde superior de la zona de detección de la cortina b														
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600			
2100*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2000	400	400	350	300	250	300	300	300	250	150	100	0			
1900	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0			
1800	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0			
1700	950	950	850	850	850	750	700	550	400	0	0	0			
1600	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0			
1500	1150	1150	1100	1000	950	850	750	450	0	0	0	0			
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0			
1300	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0			
1200	1200	1150	1050	950	850	700	0	0	0	0	0	0			
1100	1150	1050	950	850	750	600	450	0	0	0	0	0			
1000	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0			
900	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

NOTA 1 Las cortinas fotoeléctricas con una altura del borde superior de la zona de detección inferior a 900 mm están excluidas ya que no ofrecen protección suficiente contra el burlado o el paso por encima.

NOTA 2 Los datos de esta tabla se obtuvieron de un estudio de la B6 alemana.

NOTA 3 La mayor parte de los valores indicados en esta tabla son inferiores a los valores indicados en las tablas 1 y 2 de la Norma UNE EN ISO 13857-2009 puesto que las partes del cuerpo no pueden apoyarse sobre la cortina en el caso de alcance por encima.

* el alcance por encima a la zona peligrosa es imposible

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

ALCANCE POR ENCIMA - S_{RO}

CON ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA

La distancia mínima, S_{RO} , no debe ser inferior a la distancia horizontal c , determinada en la tabla 1 (riesgo bajo) o en la tabla 2 (riesgo alto) de la UNE-EN ISO 13857 "Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores" (la situación sería equivalente a la de un resguardo distanciador).

a Altura de la zona peligrosa
b Altura del borde superior de la estructura de protección
 S_{RO} Distancia mínima para el alcance por encima
4 Estructura de protección (por ejemplo, un resguardo fijo)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Medidas en milímetros

Altura de la zona peligrosa ^a	Altura de la estructura de protección ^{a,b}									
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
2 700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2 400	1 100	1 000	900	800	700	600	400	300	100	0
2 200	1 300	1 200	1 000	900	800	600	400	300	0	0
2 000	1 400	1 300	1 100	900	800	600	400	0	0	0
1 800	1 500	1 400	1 100	900	800	600	0	0	0	0
1 600	1 500	1 400	1 100	900	800	500	0	0	0	0
1 400	1 500	1 400	1 100	900	800	0	0	0	0	0
1 200	1 500	1 400	1 100	900	700	0	0	0	0	0
1 000	1 500	1 400	1 000	800	0	0	0	0	0	0
800	1 500	1 300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1 400	1 300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1 400	1 200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1 200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1 100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

^a Las estructuras de protección de altura inferior a 1 000 mm no están incluidas, porque no restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.
^b No se debían utilizar estructuras de protección más bajas de 1 400 mm sin medidas preventivas adicionales.
^c Para zonas peligrosas por encima de 2 700 mm, resultaría al apartado 4.2.1.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Así la distancia mínima que se debe aplicar para el posicionamiento de la cortina, se debe fijar comparando los valores ya calculados de la distancia S_{RT} (a través de la cortina), y los valores de la distancia S_{RO} (por encima de la cortina).

Se debe aplicar el mayor valor que resulte de la comparación.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CÁLCULO EN APROXIMACIÓN PARALELA

Aproximación paralela

$S = K \cdot T + C$

Donde $K = 1600 \text{ mm/s}$ Donde $C = (1200 - 0,4 H)$; no inferior a 850 mm

$S = 1600 T + 1200 - 0,4 H$

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

En este caso, la altura H de la zona de detección no debe ser superior a 1000 mm. Sin embargo, si H es superior a 300 mm, existe un riesgo de acceso involuntario y no detectado por debajo de la zona de detección. Este riesgo se tendrá en cuenta al realizar la evaluación de riesgos, y si es necesario, se deberán aplicar medidas preventivas suplementarias.

La altura H más pequeña admisible se debe calcular utilizando la formula:

$$H_{\min} = 15 \times (d - 50) ; \text{ nunca inferior a cero}$$

Así, para una altura H de la zona de detección, la capacidad de detección máxima admisible correspondiente se debe calcular utilizando la formula:

$$d_{\max} = (H/15) + 50$$

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CÁLCULO EN DETECCIÓN ANGULAR

Aproximación angular

en donde $\beta \geq \pm 30^\circ$;
aproximación perpendicular

en donde $\beta < \pm 30^\circ$;
aproximación paralela



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL



Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL



Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL



Insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo





GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

CALCULO MÍNIMA DISTANCIA TAPICES Y LÁSER ESCÁNER

$$S = 1600 \cdot T + (1200 - 0,4 H)$$

S es la mínima distancia en milímetros, desde la zona peligrosa hasta el borde del dispositivo más lejano a la zona peligrosa; 750 mm, como mínimo, para evitar la posibilidad de saltar fácilmente por encima sin activar el dispositivo.
