

Equipos de detección de presencia de personas (I): selección de cortinas fotoeléctricas

Protective equipment to detect the presence of persons (I): Light curtains - Selection
Équipements de protection à la détection de la présence de personnes (I): Barrière immatérielle - Sélection

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Jorge Sanz Pereda
 CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSSBT

Este documento proporciona información sobre la utilización de equipos de protección que emplean dispositivos sensibles para detectar la presencia momentánea o continua de personas o de partes de ellas. Su finalidad es proteger a esas personas de las partes peligrosas de las máquinas en aplicaciones industriales. En particular, esta NTP facilita información para equipos de protección electrosensibles (ESPEs) y, en concreto, para cortinas fotoeléctricas (AOPDs). Dada la extensión del tema a tratar, se ha considerado oportuno dividir el documento en dos partes. En esta primera parte se trata de especificar los requisitos para su selección y las formas de utilización. Los requisitos para su posicionamiento y configuración se tratan en la NTP 1.102.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. MARCO NORMATIVO Y LEGAL

La normativa de comercialización actual en relación con las máquinas nuevas fabricadas en la Unión Europea y a las nuevas o usadas procedentes de terceros países, está contenida en la Directiva «Máquinas» 2006/42/CE, transpuesta al derecho nacional por el RD 1644/2008, de 10 de octubre, que sustituyó a la anterior a partir del 29 de diciembre de 2009.

La Directiva «Máquinas» 2006/42/CE incluye dentro de su campo de aplicación a una serie de productos, entre los que se encuentran los «componentes de seguridad» en los que se enmarcan los «dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas».

Además, hay que señalar que estos «dispositivos» pertenecen al Anexo IV de dicha directiva (ítem 19 del A nexa), con lo que ello supone en lo que respecta a su proceso de certificación. Concretamente, una «cortina fotoeléctrica», al carecer de norma armonizada que dé presunción de conformidad con la Directiva Máquinas, deberá pasar uno de los dos procedimientos de certificación por una «tercera parte» disponible y descrita en el apartado 4 del artículo 12 de dicha directiva.

En consecuencia, una cortina fotoeléctrica debe comercializarse con su correspondiente Declaración CE de conformidad, su marcado CE y su manual de instrucciones.

Desde el punto de vista de la utilización, la normativa a tener en cuenta para estos dispositivos está contenida en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio; en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en particular, se trata el tema en el Anexo I, apartado 1, punto 8 de dicho real decreto, según el cual «cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas».

En este punto, se indica que los resguardos y los dispositivos de protección:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán riesgos suplementarios.
- No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

Adicionalmente, se pueden indicar como normas de interés relacionadas con estos dispositivos las siguientes: UNE-EN ISO 12100:2012; UNE-EN ISO 13855:2011; UNE-EN 61496-1:2014; UNE-EN 61496-2:2013 y la PNE-prEN 62046.

2. DEFINICIONES

- Equipo de protección electrosensible (ESPE):** es una unión de dispositivos o de componentes trabajando conjuntamente con fines de protección o de detección de presencia que comprende como mínimo:
 - Dispositivos de detección.
 - Dispositivos de mando/control.
 - Dispositivos de conmutación de la señal de salida (OSSD).
- Dispositivo de protección optoelectrónico activo (AOPD):** es un tipo de ESPE cuya función de detección se lleva a cabo por elementos emisores y receptores optoelectrónicos que detectan la interrupción de las radiaciones ópticas generadas dentro del dispositivo.

Dicha interrupción estará provocada por un objeto opaco (por ejemplo, una persona o parte de una persona) presente en la zona de detección especificada del dispositivo.

- **Cortina fotoeléctrica** (también denominada barrera fotoeléctrica o barrera inmaterial): es un tipo de AOPD compuesto por elementos emisores y elementos receptores integrados conjuntamente, que conforman una **zona de detección** con una específica **capacidad de detección** suministrada por el fabricante (figura 1). Cuando una persona o parte de una persona interrumpe uno o más haces, el receptor ya no recibe el haz emitido y se genera una señal de salida (OSSD), que se utiliza para detener las funciones peligrosas de la máquina o impedir su puesta en marcha.



Figura 1. Cortina fotoeléctrica – zona de detección.

- **Zona de detección** es el área definida (bidimensional) donde la cortina fotoeléctrica detectará a la persona o a una parte de ella.
- **Capacidad de detección** (a la que los fabricantes llaman resolución): es la dimensión más pequeña, especificada por el fabricante, que es capaz de detectar la cortina fotoeléctrica expresada en milímetros y que causará la actuación del dispositivo (una capacidad de detección de 14 mm equivale a la detección de un dedo y una de 30 mm a la detección de una mano). El fabricante estará obligado a suministrar, junto a la cortina fotoeléctrica, una pieza de ensayo de un diámetro igual a la capacidad de detección especificada para efectuar las comprobaciones pertinentes del correcto funcionamiento de la cortina.

La capacidad de detección es la suma de la distancia entre los haces de la cortina y el diámetro de un haz, lo que garantiza que un objeto de este tamaño siempre interrumpirá al menos un haz y será detectado (figura 2).

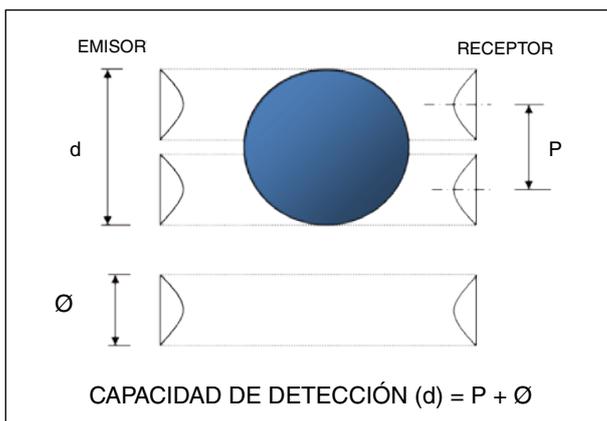


Figura 2. Capacidad de detección – pieza de ensayo.

La fiabilidad de la capacidad de detección y las prestaciones de seguridad de la cortina dependerán del tipo de ESPE seleccionado (para más información véase la norma UNE EN 61496-1).

Así para las cortinas fotoeléctricas (AOPD) se definen dos tipos:

- ESPE tipo 2, que emplea un ensayo periódico para detectar fallos peligrosos y que puede fallar a peligro ante un fallo simple producido en el periodo entre ensayos, por lo que **no** es un tipo adecuado para aplicaciones que demanden una reducción media o alta del riesgo.
- ESPE tipo 4, que está diseñado para no fallar a peligro ante un fallo simple ni ante una acumulación de fallos, por lo que es un tipo adecuado para aplicaciones que demanden una reducción media o alta del riesgo.

Para ambos tipos existen, además, requisitos de diseño relativos a sus características ópticas (máximo ángulo de apertura del haz), a su comportamiento ante las perturbaciones electromagnéticas y ante las interferencias lumínicas (luz solar, lámparas variadas, otros AOPD), así como requisitos de alineamiento y de montaje para evitar que posibles superficies reflectantes puedan influir en sus prestaciones como dispositivo de seguridad.

La norma (no armonizada) de producto para las cortinas fotoeléctricas es la UNE-EN 61496-2.

3. SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN OPTOELECTRÓNICO

Generalidades

Una vez llevada a cabo la evaluación del riesgo de la máquina en cuestión, y realizada la eliminación del peligro o reducción del riesgo mediante el diseño inherentemente seguro (prevención intrínseca), con los riesgos que aún persisten habrá que recurrir a las técnicas de protección, es decir, resguardos o dispositivos de protección.

Si para conseguir una reducción de los riesgos de la máquina se ha considerado un dispositivo de protección de este tipo, la selección y las características del mismo, su posicionamiento y su configuración con respecto a la zona peligrosa, dependerá de la función a realizar; es decir, ya sea una función de detección de presencia, una función para ordenar la parada, o una combinación de ambas.

La selección, posicionamiento y configuración de la zona de detección del dispositivo se determinará teniendo en cuenta las características de la máquina, las características del entorno, las características humanas, las características del dispositivo de protección y la interacción prevista del personal.

El dispositivo de protección deberá estar firmemente fijado en su emplazamiento. Las fijaciones deberán disponer de medios para evitar el aflojamiento accidental o no intencionado.

La parte del sistema de mando de la máquina asociada al dispositivo de protección, incluyendo los dispositivos que garantizan la parada de los elementos peligrosos y el corte y bloqueo de su alimentación de energía, debe ser adecuada (en cuanto al nivel de prestaciones) al nivel de riesgo que presenta la máquina para la situación peligrosa considerada, obtenida de acuerdo con la evaluación de riesgos. El sistema de mando de la máquina debe diseñarse de manera que, si se activa el dispositivo de protección durante la fase peligrosa del ciclo de trabajo,

se desempeñará la función de seguridad correctamente y se impedirá una nueva puesta en marcha.

En el caso de máquinas usadas, la instalación de este tipo de dispositivos estará condicionada a la revisión y a la adecuación, en su caso, de todos los elementos que intervienen en la función peligrosa del ciclo de trabajo.

Características de la máquina: condiciones de idoneidad

Las cortinas fotoeléctricas se pueden considerar como dispositivos de protección idóneos cuando se requieren accesos frecuentes y regulares del operario a la zona peligrosa de la máquina y existe una continua interacción de este con la máquina y, además, se necesita una buena visibilidad del proceso. Con la utilización de estos dispositivos se pueden obtener ventajas tales como la reducción en los tiempos de acceso y la mejora de las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo.

Sin embargo, y teniendo en cuenta que una cortina fotoeléctrica no proporciona una barrera física frente al peligro, algunas características particulares de la máquina o del proceso pueden imposibilitar la utilización de estos dispositivos o hacerlos inadecuados como única medida de protección.

Ejemplos de situaciones en las que las cortinas fotoeléctricas serían inadecuadas como única medida de protección son:

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

Cuando se desea utilizar el dispositivo, como herramienta para ordenar la parada (véase el apartado función de parada), la máquina debe poder parar las operaciones peligrosas antes de que sea posible alcanzar las partes peligrosas de la máquina. Sin embargo, a veces y debido a algunas características particulares de las máquinas puede que no sea posible la utilización de estos equipos como dispositivo para ordenar la parada.

Ejemplos de situaciones en las que este dispositivo es inadecuado para ordenar la parada serían los siguientes:

- Un frenado inadecuado.
- La imposibilidad de que la máquina se detenga en cualquier punto del ciclo debido, por ejemplo, a:
 - La naturaleza del proceso, en el que la parada pudiera crear peligros adicionales.
 - El método de transmisión del movimiento, por ejemplo, en prensas de revolución total o mecanismos similares de enganche de la transmisión, está diseñado para que una vez comience el movimiento, la máquina solo se puede parar cuando el ciclo se ha completado.
 - La energía almacenada, por ejemplo en forma de presión almacenada en depósitos neumáticos o acumuladores hidráulicos.

Por tanto, estos dispositivos no deberán instalarse como dispositivos de protección que ordene la parada en las máquinas cuyos elementos peligrosos no se puedan parar de forma segura en cualquier punto de la fase peligrosa y con la celeridad necesaria.

Características del entorno

El funcionamiento del dispositivo puede verse afectado por influencias de su entorno tales como la temperatura, la contaminación, las perturbaciones electromagnéticas,

las radiaciones, etc. El grado de afectación al funcionamiento del dispositivo dependerá de la tecnología de detección utilizada. Por lo tanto, será necesaria una cuidadosa evaluación del entorno y de idoneidad del dispositivo de protección para su uso en ese entorno durante el proceso de selección del mismo.

Los encargados de seleccionar el dispositivo de protección (es decir, los integradores o los fabricantes de máquinas) deberán tener la información apropiada para asegurar que el dispositivo es adecuado para su uso previsto bajo todos los entornos razonablemente previsibles a los que puede estar expuesto en todo su ciclo de vida operativo. Esta información debe estar incluida en el manual de instrucciones del dispositivo proporcionada por el fabricante.

Ejemplos de influencias del entorno que deberían ser consideradas pueden ser:

- Interferencias electromagnéticas:
 - Descargas electrostáticas.
 - Interferencias de radio frecuencia, por ejemplo teléfonos móviles.
- Vibraciones /sacudidas.
- Interferencias lumínicas:
 - Luz ambiental.
 - Luz infrarroja (por ejemplo mandos remotos).
 - Superficies reflectoras.
 - Otros ESPEs que pueden causar interferencias.
- Contaminación:
 - Agua.
 - Polvo.
 - Corrosivos químicos.
- Temperatura.
- Humedad.
- Condiciones climáticas.
- Radiaciones.

Características humanas

Las características humanas que deberán tenerse en cuenta cuando se selecciona el dispositivo de protección son:

- Velocidad y dirección de aproximación de las partes del cuerpo susceptibles de entrar en contacto con la zona peligrosa.
- Parte de la anatomía humana a ser detectada (por ejemplo, dedo, mano, pierna, cuerpo entero).
- Interacción humana con la máquina, incluida el mal uso previsible.

Estos factores determinarán el posicionamiento del dispositivo (distancia al peligro) cuando se utiliza para proporcionar la función de parada (véase el apartado función de parada).

El dispositivo de protección también deberá ser seleccionado e instalado de forma que se minimice la posibilidad de que las personas puedan estar expuestas al peligro debido a la posibilidad de burlar el dispositivo de forma deliberada o inadvertidamente. En este caso pueden ser necesarias medidas de protección suplementarias, por ejemplo, resguardos fijos o enclavados u otros equipos de protección adicionales.

4. MODOS DE UTILIZACIÓN DE LA CORTINA FOTOELÉCTRICA

La cortina fotoeléctrica se puede utilizar para proporcionar:

- Una función de parada.
- Una función de detección de presencia.

- Una combinación de una función de parada y una función de detección de presencia.

Función de parada

Cuando la cortina fotoeléctrica (figura 3) se utiliza para proporcionar una función de parada, la máquina debe poder parar las operaciones peligrosas antes de que sea posible alcanzar las partes peligrosas de la máquina, para ello habrá que tener en cuenta:

Distancia al peligro y posicionamiento

La cortina fotoeléctrica deberá posicionarse a la distancia suficiente de los peligros especificados de la máquina para asegurar que la máquina puede parar o alcanzar una situación segura antes de que cualquier parte del cuerpo de una persona acercándose pueda alcanzar la zona peligrosa.

Para el cálculo de esta distancia se deben tener en cuenta una serie de parámetros:

- La capacidad de detección del equipo de protección en relación con las características humanas incluyendo:
 - La velocidad de aproximación k : la velocidad de aproximación será 1600 mm/s para un caminar normal y 2000 mm/s para un alcance perpendicular con los miembros superiores. Dependiendo de la aplicación, puede ser necesario tener en cuenta otras velocidades.
 - La parte de la anatomía humana a ser detectada (por ejemplo, dedo, mano, pierna, cuerpo entero).
 - El factor de penetración/invasión de la parte del cuerpo C : un equipo de protección diseñado para detectar algunas partes del cuerpo (por ejemplo, manos) puede permitir que partes más pequeñas del cuerpo (por ejemplo, dedos) penetren en la zona de detección sin ser detectadas. Para tener esto en cuenta, se debe añadir una distancia adicional C a la distancia mínima que variará según la parte del cuerpo que deba detectar.
 - Alcance por debajo o por encima de la zona de detección y posibilidad de burlar el mismo: se debe minimizar la posibilidad de que las personas pueden estar expuestas a un peligro, debido a la posibilidad de burlar la protección de forma deliberada o inadvertidamente, accediendo a la zona peligrosa por encima, por debajo o rodeando la zona de detección, inclinándose sobre la zona de detección, pasando por encima de la zona de detección, reposicionando el dispositivo o desviando los haces mediante el uso de superficies reflectantes que causen la modificación de la zona de detección.

- La característica de parada total del sistema T : que es el intervalo de tiempo entre la actuación de la cortina y el cese de las funciones peligrosas de la máquina, que debe incluir la suma de:
 - El tiempo de respuesta de la cortina.
 - El tiempo máximo de parada de la máquina bajo las condiciones más desfavorables, por ejemplo, carga máxima, velocidad máxima, etc. para que la máquina pare o alcance una condición segura después de recibir la señal de salida (orden de parada) de la cortina.

El cálculo de la distancia que se utilizará para el posicionamiento de la cortina es el resultado de la combinación de estos parámetros según las fórmulas que se establecen en la norma armonizada UNE EN ISO 13855 «Posicionamiento de los medios de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo» (véase la segunda parte de la NTP).

Cuando en una cortina se pueden seleccionar diferentes valores para la capacidad de detección o el tiempo de respuesta, los valores utilizados para el cálculo de la distancia deberán ser los valores máximos (caso más desfavorable), salvo que la selección esté protegida contra cambios no autorizados mediante el uso de una llave, contraseña, herramienta u otros medios que proporcionen un nivel similar de restricción de acceso.

Si la distancia calculada es demasiado grande, y no es aceptable desde el punto de vista operativo, industrial o ergonómico, se puede intentar reducir mediante:

- La selección de una cortina fotoeléctrica con una menor capacidad de detección o un tiempo de respuesta más rápido.
- La reducción de la característica de parada del sistema, por ejemplo, mejorando el frenado, reduciendo la velocidad o la inercia.
- La reducción del tiempo de respuesta del sistema, por ejemplo, utilizando conexiones cableadas en vez de buses, utilizando componentes con un tiempo de respuesta más rápido, reduciendo el número de dispositivos intermedios.

Medidas de protección suplementarias

Puede ser necesario, en algunos casos, proporcionar medidas de protección suplementarias para asegurar que:

- La zona peligrosa de la máquina solo puede ser alcanzada a través de la zona de detección de la cortina fotoeléctrica que ordena la parada: por ejemplo, mediante la provisión de barreras físicas para asegurar que una persona no puede aproximarse al peligro de la máquina desde direcciones no protegidas por el dispositivo de protección.



Figura 3. Cortina fotoeléctrica con función de parada que detiene las funciones peligrosas de la máquina antes de que sea posible alcanzar la zona peligrosa. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

- No se produzca un arranque no deseado después de que una persona haya pasado a través de la zona de detección de la cortina fotoeléctrica y permanezca en la zona peligrosa sin ser detectado; por ejemplo, proporcionando un dispositivo detector de presencia adicional.

Funcion de deteccion de presencia

Cuando la cortina fotoeléctrica se utiliza para proporcionar una función de detección de presencia (figura 4), la máquina deberá permanecer en un estado no peligroso, impidiendo la puesta en marcha de los elementos peligrosos mientras la persona o parte de ella está presente dentro de la zona de detección.

Si fuese necesario, se deberán proporcionar medidas de protección suplementarias, para asegurar que la zona de detección no puede ser burlada, permaneciendo la persona entre la zona de detección y la zona peligrosa o pudiendo acceder la zona peligrosa sin ser detectada.



Figura 4. Cortina fotoeléctrica instalada en posición horizontal que permite detectar la presencia del operador en la zona peligrosa. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

5. FUNCIONES OPCIONALES ASOCIADAS A LA APLICACIÓN DE LA CORTINA FOTOELÉCTRICA

Hay funciones opcionales del sistema de mando de la máquina que pueden ser necesarias para algunas aplicaciones específicas. Algunas de estas funciones son:

Función de inhibición (MUTING)

Es una suspensión temporal y automática de la(s) función(es) de seguridad por parte del sistema de mando relativo a la seguridad y sólo se activa cuando es necesario según el proceso que se vaya a realizar en la máquina.

La función de inhibición debe iniciarse y finalizarse de forma automática, mediante el uso de sensores seleccionados y colocados adecuadamente o mediante señales procedentes del sistema de mando de la máquina. Una incorrecta sincronización de los sensores o de las señales de inhibición no permitirá que se active la función de inhibición.

Esta función se puede utilizar para permitir el acceso a la zona peligrosa de personas, sin provocar la parada de la máquina, en orden a retirar o reemplazar una pieza de trabajo:

- Durante el momento no peligroso del ciclo de la máqui-

na; por ejemplo, el operario puede acceder a la zona peligrosa durante la subida del troquel en una prensa sin provocar la parada de la máquina (traspaso de mando).

- Cuando la seguridad se mantiene por otros medios; por ejemplo para el ajuste de la máquina a velocidad o potencia reducida.

También se puede utilizar para permitir la entrada/salida de materiales a través de la zona peligrosa, sin provocar la parada de la máquina, únicamente cuando la seguridad de las personas se mantiene por otros medios. Este sería el caso de las máquinas de embalaje, donde en la entrada y salida de la zona de las operaciones de paletización/despaletización, es preciso inhibir la cortina en el instante en que pasa la carga, pero por otro lado es preciso impedir la entrada de los operadores a la zona peligrosa (figura 5).

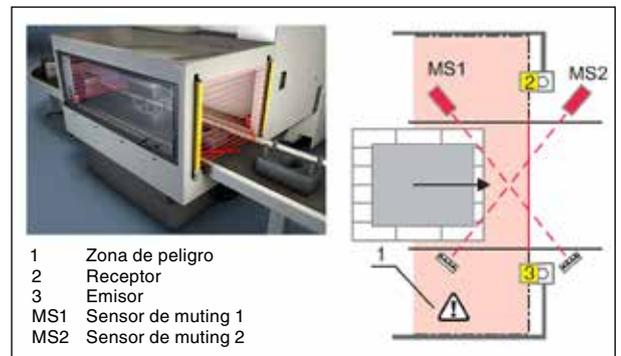


Figura 5. Función de inhibición (muting). Fuente: Leuze electronic S.A.U.

En este caso se proporcionarían medidas para distinguir a una persona de la carga que se transporta o del sistema de transporte (véase la TS 62046 «Seguridad de las máquinas-Aplicación de equipos de protección para detectar la presencia de personas»).

Blanking

El *blanking* es una función opcional, por la cual una o más áreas definidas de la zona de detección de una cortina fotoeléctrica se configuran de tal forma que materiales, partes de la pieza o de la máquina de un tamaño superior a la capacidad de detección podrían estar presentes dentro de la zona de detección sin generar por ello una señal de parada.

El *blanking* se puede utilizar para permitir la presencia de material o partes de la pieza de trabajo o de la máquina en la zona de detección, cuando la seguridad es mantenida por otras medidas o dispositivos que impiden el acceso no detectado de una persona o parte de una persona a la zona peligrosa mientras este activada la función de *blanking*.

Estas medidas pueden ser las siguientes:

- El área de *blanking* está ocupada de forma continua y en su totalidad por materiales, accesorios, resguardos fijos o resguardos con enclavamiento desmontables (figura 6).
- La cortina funciona de forma que ordenaría la parada si el área que debería estar ocupada de forma continua queda libre, y no puede haber ningún hueco en la zona de detección que podría permitir el acceso de una persona.

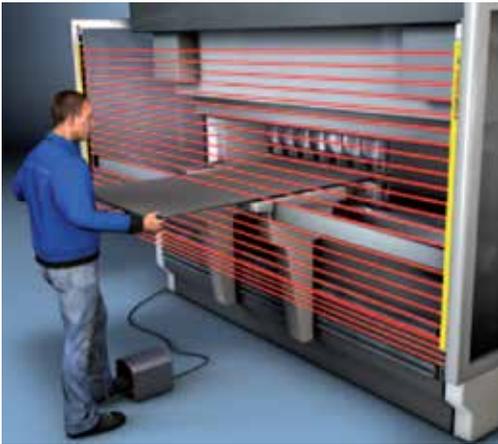


Figura 6. Blanking. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

Función de puesta en marcha de la máquina (reiniciación del ciclo)

En algunas aplicaciones, por ejemplo, cuando las piezas son cargadas o descargadas de forma manual en cada ciclo de la máquina, además de para su función de protección, la cortina se puede utilizar como órgano de puesta en marcha, reiniciando cada ciclo de operación de la máquina cuando una persona o la parte de una persona activa y desactiva el campo de detección de la cortina, sin ninguna orden adicional de puesta en marcha (figura 7).



Figura 7. Función de puesta en marcha - una interrupción «un corte». Fuente: Leuze electronic S.A.U.

No obstante, la puesta en marcha inicial de la máquina deberá realizarse exclusivamente mediante el accionamiento voluntario de un órgano convencional de puesta en marcha.

Cualquier intrusión en la zona de detección de la cortina durante el funcionamiento peligroso de la máquina, hará que esta cumpla su función de protección y supondrá la orden de parada de la máquina.

Hay dos modos de puesta en marcha mediante la cortina:

- Una interrupción «un corte», cuando una activación y desactivación del campo de detección de la cortina ejecuta el ciclo de operación de la máquina.
- Dos interrupciones «doble corte», cuando dos secuencias de activación y desactivación consecutivas del

campo de detección de la cortina ejecutan el ciclo de operación de la máquina.

El uso de esta función está restringido a la utilización de cortinas fotoeléctricas tipo 4 y con una capacidad de detección $d \leq 30$ mm que además combinan la función de ordenar la parada y la función de detección de presencia en máquinas alimentadas a mano por un solo operador que tienen operaciones repetitivas, y para tiempos de ciclo cortos.

Si hay más de una cortina fotoeléctrica protegiendo la máquina, sólo una de ellas podrá actuar como órgano de puesta en marcha.

Cuando se selecciona esta función las condiciones deberán ser las siguientes:

- El primer ciclo de la máquina se iniciará mediante un órgano convencional de puesta en marcha. Cualquier activación de la cortina durante el funcionamiento peligroso provocará la parada de la máquina que requerirá un posterior reinicio manual convencional de la máquina.
- La reiniciación de cada ciclo de la máquina se tiene que producir en un intervalo de tiempo predeterminado (acorde con el tiempo de ciclo de la máquina) y si no se produce dentro del tiempo esperado, la cortina provocará la parada de la máquina. Este tiempo debe ser lo más corto posible.
- Se recomienda una comprobación del funcionamiento de la función de reinicio antes de comenzar a utilizarla.
- Además, para su aplicación en prensas se requieren una serie de requisitos dimensionales particulares (véase la norma ISO 16062):
 - La altura de la mesa de la prensa será de, al menos, 750 mm por encima del nivel del pie del operador.
 - No será posible permanecer entre la barrera física y la mesa o troquel, o al lado de la mesa o troquel.
 - La longitud de la carrera de apertura será igual o inferior a 600 mm y la profundidad de la mesa de la prensa será igual o inferior a 1000 mm.
 - Sólo será posible seleccionar la función de reinicio cuando la prensa está en una posición determinada, por ejemplo, en el punto muerto superior (TDC).

6. ASPECTOS RELATIVOS A LA INSTALACIÓN A TENER EN CUENTA

La presencia de superficies reflectantes en las proximidades de una cortina fotoeléctrica, puede interferir en los haces y reducir, por tanto, su capacidad para detectar el objeto previsto (figura 8).

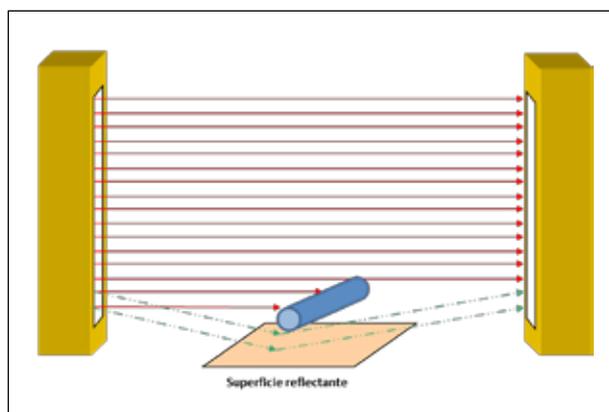


Figura 8. Interferencias en los haces debido a la presencia de superficies reflectantes.

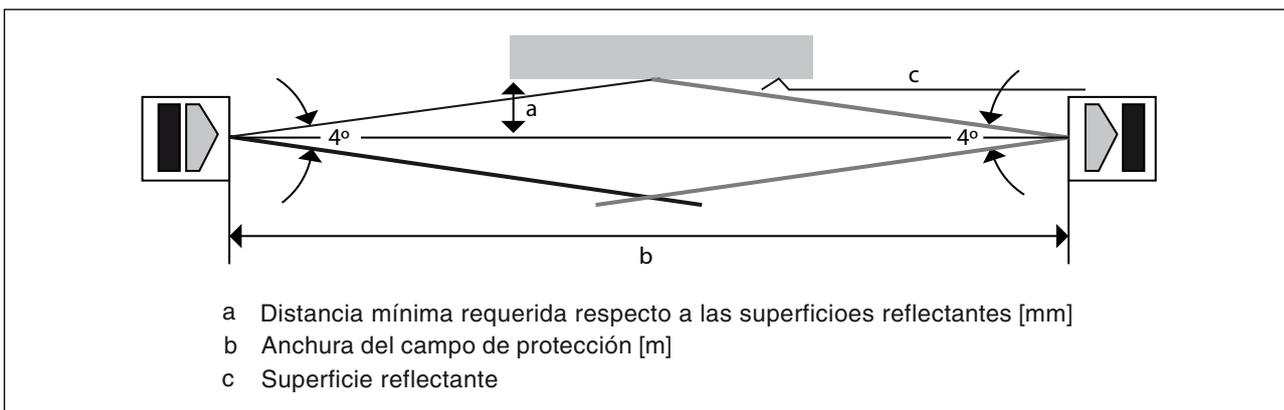


Figura 9. Ejemplo de instrucciones de instalación para evitar el efecto de superficies reflectantes. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

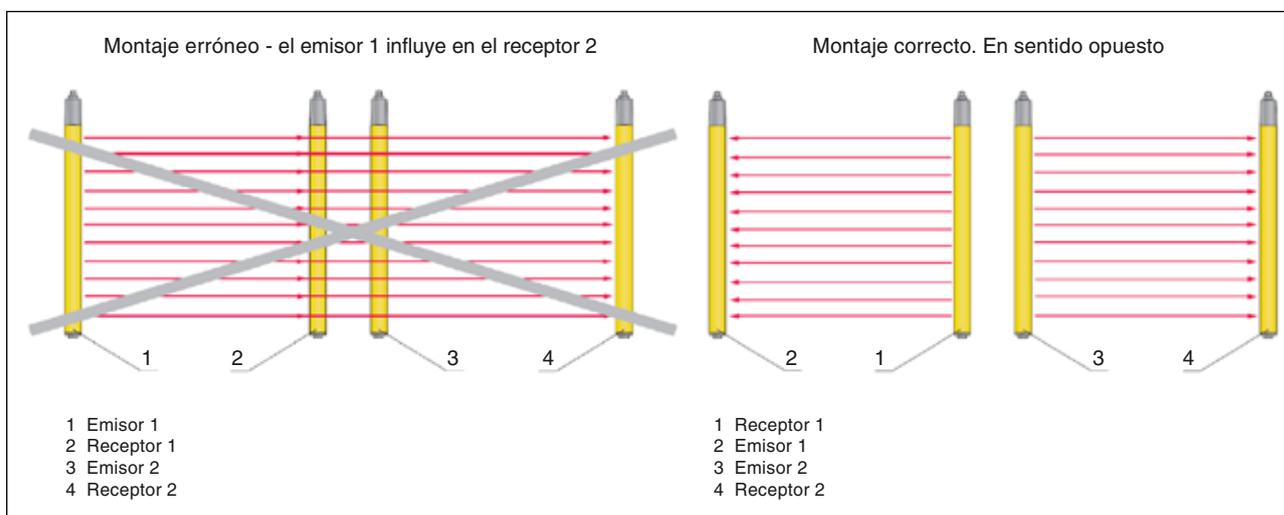


Figura 10. Ejemplo de instrucciones de instalación para evitar las interferencias cruzadas entre cortinas adyacentes. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

Se seguirán las instrucciones de instalación del fabricante para evitar el efecto de las superficies reflectantes (figura 9). Para lograr esto a lo largo del ciclo de vida de la máquina, es necesario tener en cuenta factores tales como el desgaste de las superficies pintadas, cambios del material procesado, divergencias del haz, influencias ambientales, etc.

Para evitar que las personas tengan acceso a la zona peligrosa, la altura del haz superior e inferior de la cortina deberá ser suficiente para impedir la posibilidad de alcanzar la zona peligrosa ya sea por arriba o por debajo de la zona de detección de la cortina.

Se deberán tomar medidas para reducir el riesgo de interferencia cruzada en el caso de que en el mismo entorno se encuentre instaladas cortinas adyacentes, evitando que un emisor energice el receptor de una cortina diferente (figura 10). Tales medidas pueden incluir:

- Medidas proporcionadas por el fabricante de la cortina, por ejemplo, diferentes códigos.
- Asegurar la instalación y sujeción.
- Alternar la dirección del haz de dispositivos adyacentes.
- Alinear los dispositivos adecuadamente.

Comprobaciones

Se deben efectuar comprobaciones de las cortinas llevadas a cabo por personas capacitadas en las siguientes situaciones:

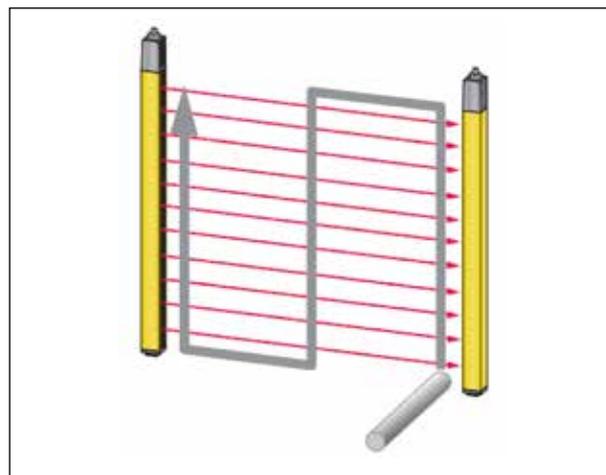


Figura 11. Ejemplo de forma de comprobación de la función de detección con la pieza de ensayo. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

- Antes de la primera puesta en marcha.
- Después de realizar modificaciones en la máquina.
- Tras un período de inactividad de la máquina prolongado.
- Después de actualizar el equipo o una nueva configuración de la máquina.

Se debe comprobar la efectividad de la función de parada en todos los modos operativos de la máquina. Todas

las comprobaciones deben documentarse de un modo comprensible.

Se deben realizar comprobaciones periódicas sobre la interacción segura entre la cortina y la máquina para que se puedan detectar modificaciones en la máquina o manipulaciones no autorizadas en el dispositivo.

Diariamente, o cada vez que se cambie de turno y cada vez que se cambie el modo operativo de la máquina, debe comprobarse el funcionamiento de la cortina para que se puedan detectar posibles daños o manipulaciones no autorizadas.