



Seguridad de las Máquinas.

Medidas Preventivas para la reducción de riesgos

Medidas de Protección

DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

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

CNVM - BIZKAIA
16 y 17 de NOVIEMBRE de 2022



MEDIDAS DE PROTECCIÓN

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



UNE-EN ISO 14119:2014

UNE EN 1088

Seguridad de las máquinas

DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO asociados a resguardos

Principios para el diseño y la selección

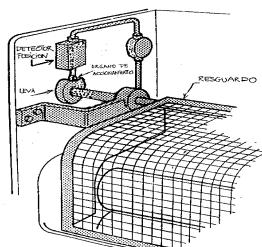
DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO

Dispositivo mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología, cuyo propósito es impedir el funcionamiento de las funciones peligrosas de la máquina bajo determinadas condiciones (asociado a un resguardo).



RESGUARDO CON DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO

Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento, de manera que, junto con el sistema de mando de la máquina, desempeña las funciones siguientes:



RESGUARDO CON DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO

- las funciones peligrosas de la máquina "cubiertas" por el resguardo, no se pueden desempeñar hasta que el resguardo esté cerrado;
- la apertura del resguardo mientras se desempeñan las funciones peligrosas de la máquina, da lugar a una orden de parada;
- cuando el resguardo está cerrado, las funciones peligrosas de la máquina "cubiertas" por el resguardo pueden desempeñarse, pero el cierre del resguardo no provoca por sí mismo la puesta en marcha de las funciones peligrosas de la máquina.



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

RESGUARDO CON DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO CON FUNCIÓN DE PUESTA EN MARCHA -RESGUARDO ASOCIADO AL MANDO-

Forma especial de un resguardo con dispositivo de enclavamiento que, una vez ha alcanzado su posición de cerrado, da una orden para iniciar la(s) función(es) peligrosa(s) de una máquina sin utilizar un órgano de puesta en marcha distinto.

El apartado 6.3.3.2.5 de la Norma UNE-EN ISO 12100:2010 da especificaciones detalladas sobre las condiciones de utilización.

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

DISPOSITIVO DE BLOQUEO DE UN RESGUARDO

Dispositivo destinado a inmovilizar a un resguardo en posición de cerrado y asociado al sistema de mando

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

RESGUARDO CON DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO Y BLOQUEO

Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo, de manera que, junto con el sistema de mando de la máquina, desempeña las funciones siguientes:

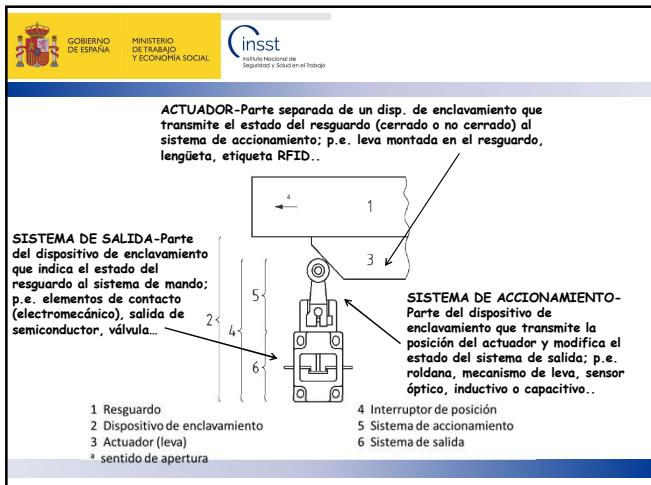
DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO

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

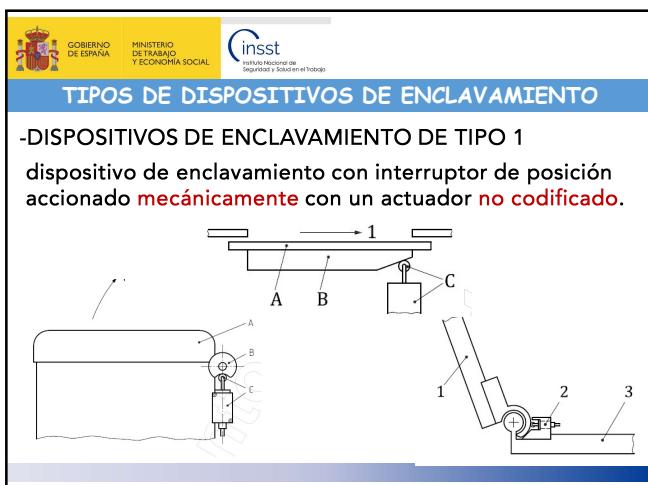
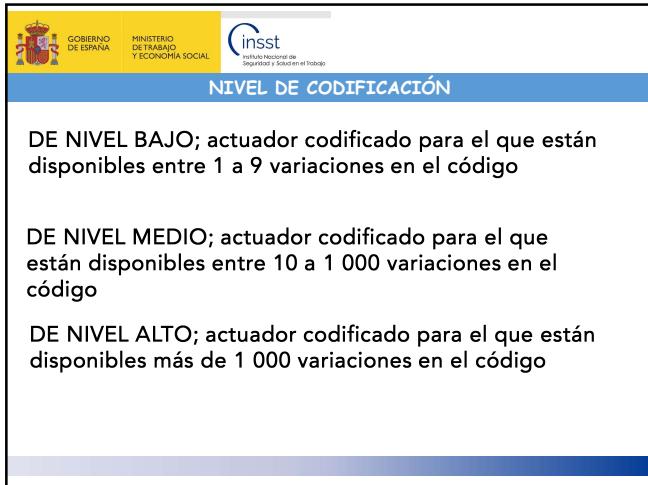
- las funciones peligrosas de la máquina "cubiertas" por el resguardo, no se pueden desempeñar hasta que el resguardo esté cerrado y bloqueado;
- el resguardo permanece bloqueado en posición de cerrado hasta que haya desaparecido el riesgo de lesión debido a las funciones peligrosas de la máquina "cubiertas" por el resguardo;
- cuando el resguardo está cerrado y bloqueado, las funciones peligrosas de la máquina "cubiertas" por el resguardo pueden desempeñarse, pero el cierre y el bloqueo del resguardo no provoca por sí mismo la puesta en marcha de las funciones peligrosas de la máquina.











TIPOS DE DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

-DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO DE TIPO 3
dispositivo de enclavamiento con interruptor de posición
accionado **sin contacto** con un actuador **no codificado**.

Leyenda

| | |
|---|------------------------------|
| 1 | Resguardo móvil |
| 2 | Dispositivo de enclavamiento |
| 3 | Actuador |
| 4 | 4 interruptor de proximidad |
| 5 | sistema de actuación |
| 6 | sistema de salida |

TIPOS DE DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

-DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO DE TIPO 4
dispositivo de enclavamiento con interruptor de posición
accionado **sin contacto** con un actuador **codificado**.

Leyenda

| | |
|---|--|
| 1 | Sentido de apertura |
| 2 | Dispositivo de enclavamiento de Tipo 4 |
| 3 | actuador codificado magnético |
| 4 | resguardo móvil |

| TIPO | | Principios de accionamiento | | Actuador | |
|--------|--------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|--|
| | Principio | Ejemplo | Principio | Ejemplos | |
| Tipo 1 | Mecánico | contacto físico, fuerza, presión | sin codificar | leva lineal | |
| | | | | leva rotativa | |
| Tipo 2 | | | codificado | bisagra | |
| | | | | actuador perfilado (lengüeta) | |
| Tipo 3 | sin contacto | | Inductivo | llave | |
| | | | Magnético | material ferromagnético adecuado | |
| | | | Capacitivo | lmanes, electroimanes | |
| | | | Ultrasónico | todo material adecuado | |
| | | | Óptico | todo material adecuado | |
| Tipo 4 | | | Magnético | lman codificado | |
| | | | Radiofrecuencia | Etiqueta RFID codificada | |
| | | | Óptico | Actuador óptico codificado | |

Tabla 1 - Visión de conjunto de los dispositivos de enclavamiento

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

PRINCIPIOS DEL ENCLAVAMIENTO SIN BLOQUEO

El resguardo se puede abrir en cualquier momento independientemente de la función de la máquina, generando una orden de parada.

Si el resguardo no está cerrado, el dispositivo de enclavamiento impide que la máquina arranque.

El tiempo de acceso debe ser mayor que el tiempo de parada global.



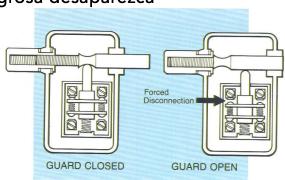
 GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL  Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

PRINCIPIOS DEL ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO

Se impide la apertura del resguardo mediante un dispositivo de bloqueo del resguardo hasta que todas las funciones peligrosas de la máquina cubiertas por el resguardo hayan desaparecido. Hay dos alternativas:

- el operador puede iniciar en cualquier momento el desbloqueo del resguardo. El tiempo necesario para desbloquear debe ser mayor que el tiempo para que la función peligrosa desaparezca

(desbloqueo **incondicional**)



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

PRINCIPIOS DEL ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO

- el desbloqueo del resguardo sólo es posible si las funciones peligrosas de la máquina han desaparecido.

(desbloqueo **condicional**)

Por ejemplo;

Mediante un detector de movimiento o un temporizador.



ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO ACCIONADO MECÁNICAMENTE

Se debe utilizar el principio de bloqueo mecánico directo debido a su configuración. No se debe confiar solo en la fuerza ni en la fricción.

La parte mecánica (p.e. perno) que bloquea el resguardo puede ser:

- Aplicada y retirada manualmente

Aplicada por distensión de un muelle, retirada mediante accionamiento

Aplicada mediante accionamiento, retirada por distensión de un muelle

-Aplicada y retirada mediante un accionamiento

ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO ACCIONADO ELECTROMAGNETICAMENTE

El resguardo se mantiene cerrado (bloqueado) sin ningún medio de bloqueo mecánico mediante una fuerza electromagnética. El bloqueo del resguardo electromagnético funciona según el principio de bloqueo aplicado y retirado mediante accionamiento

 GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

 insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

Los dispositivos de enclavamiento deben estar sólidamente instalados de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante

- MONTAJE Y SUJECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN
- MONTAJE Y SUJECCIÓN DE LOS ACTUADORES
- MODOS DE ACCIONAMIENTO DE LOS DISP. DE ENCLAVAMIENTO

 GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

 insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN

MONTAJE Y SUJECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN

-los elementos de sujeción de los interruptores deben ser fiables y para aflojarlos se requerirá una herramienta;




 GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

 insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN

MONTAJE Y SUJECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN

-los interruptores de posición deben estar diseñados para fijar permanentemente su posición después del ajuste (por ejemplo mediante chavetas o pasadores);




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

REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN

MONTAJE Y SUJECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN

-el desplazamiento producido por la acción mecánica se debe mantener dentro de los límites especificados de funcionamiento correcto, con el fin de garantizar un buen funcionamiento y/o impedir sobrerrecorridos;

-un posible defecto de alineación del resguardo, que crea un hueco antes de que el interruptor de posición cambie de estado no debe ser suficiente para reducir el efecto de obstáculo del resguardo (para el acceso a las zonas peligrosas);

-un interruptor no debe ser utilizado como tope mecánico, a menos de que este dentro del uso previsto declarado por el fabricante.

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

REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN

MONTAJE Y SUJECCIÓN DE LOS ACTUADORES

-los elementos de sujeción de los actuadores deben ser fiables y para aflojarlos se requerirá una herramienta;

-el actuador debe estar situado y, si es necesario, protegido de manera que se eviten los daños debidos a causas externas previsibles;

-Para los dispositivos de enclavamiento tipo 1, las levas con movimiento lineal o con movimiento rotativo deben ser diseñadas de manera que:

- estén fijadas con elementos de sujeción que para aflojarlos se requerirá el uso de una herramienta;
- no dañen al interruptor ni perjudiquen su durabilidad (ángulo de ataque).

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

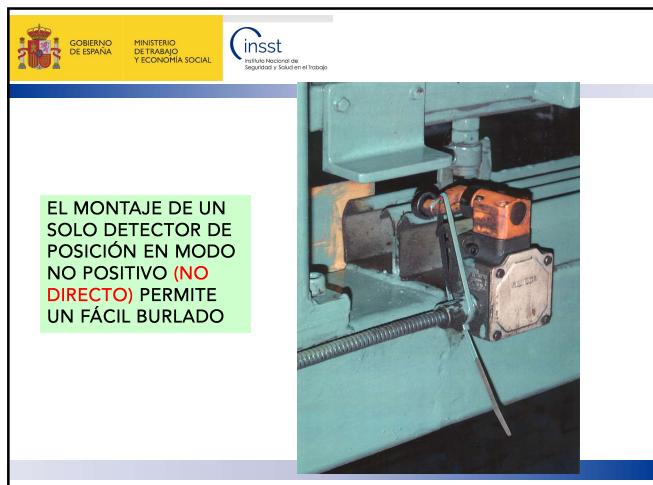
MODOS DE ACCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

Cuando se utiliza un solo dispositivo de enclavamiento de tipo 1 o de tipo 2 para generar una orden de parada, debe ser accionado según una acción mecánica directa <positiva> entre el resguardo, el actuador y el sistema de accionamiento, y el elemento de contacto se debe abrir mediante una maniobra directa <positiva> de apertura.

Si el único dispositivo de enclavamiento utilizado es un dispositivo de enclavamiento de Tipo 3 o de Tipo 4, este debe satisfacer los requisitos de la Norma IEC 60947-5-3.

Esta norma define cuatro diferentes tipos de interruptores de proximidad dependiendo de la resistencia a fallos y del comportamiento en caso de fallo.

| Acción mecánica | Resguardo cerrado | Resguardo no cerrado | Modo de funcionamiento |
|-----------------|-------------------|----------------------|---|
| DIRECTA | | | <p>El vástago del detector se mantiene hundido por una leva mientras el resguardo no está cerrado.</p> <p>Cuando el resguardo está cerrado, el sistema de salida cambia su estado como resultado de la acción de un muelle antagonista.</p> |
| | | | <p>El vástago del detector se mantiene hundido por una leva mientras el resguardo está cerrado.</p> <p>Cuando el resguardo no está cerrado, el sistema de salida cambia su estado como resultado de la acción de un muelle antagonista.</p> |



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

MANIOBRA DIRECTA DE APERTURA DE UN ELEMENTO DE CONTACTO -POSITIVA-

La separación de los contactos es el resultado directo de un desplazamiento definido del auxiliar de mando del interruptor a través de piezas no elásticas (por ejemplo, sin muelles intermedios)

(CEI 60947 5.1 Anexo K)

The diagram illustrates the principle of positive opening. It shows two states of a switch mechanism. In the first state, the contacts are closed. In the second state, the contacts are opened by a mechanical lever system. A circular arrow icon to the left indicates the direction of movement of the lever.

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

III NO APERTURA POSITIVA !!!

This diagram serves as a warning against non-positive opening mechanisms. It shows two states of a switch mechanism. In the first state, the contacts are closed. In the second state, the contacts are opened, but a red arrow points to a spring mechanism, indicating that the opening is not purely mechanical. The text 'III NO APERTURA POSITIVA !!!' is written at the bottom, emphasizing that this is incorrect.

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

Dispositivo de bloqueo mecánico del resguardo

El bloqueo mecánico del resguardo debe ser el resultado del acoplamiento de dos partes rígidas.

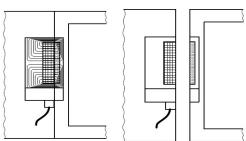
These diagrams illustrate different methods for mechanically locking a guard. The left diagram shows a lock being compressed into a slot, and the right diagram shows a lock being inserted into a slot and held in place by a retaining pin.

Si es previsible que el acceso sea necesario en caso de emergencia para los sistemas del tipo "aplicado por distensión de un muelle - retirado mediante accionamiento" o "aplicado y retirado mediante accionamiento" se debe proporcionar un dispositivo con desbloqueo de emergencia.

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

Dispositivo de bloqueo electromagnético del resguardo

La fuerza necesaria para el bloqueo del resguardo se aplica mediante la generación de un campo electromagnético.



Se debe controlar la fuerza de retención para determinar si se ha conseguido y mantenido la fuerza especificada.

La función peligrosa de la máquina sólo es posible cuando el control detecta la posición cerrada del resguardo y la consecución de la fuerza de retención especificada.

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

Fuerza de retención

El fabricante del dispositivo de bloqueo del resguardo debe asegurar que en la posición acoplada, el dispositivo de bloqueo del resguardo soporta, al menos, la fuerza de retención F especificada. El fabricante debe especificar una fuerza de retención que debe ser menor o igual que la fuerza de retención F_{Zh} , que se determina mediante ensayo.



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

Desbloqueo suplementario del bloqueo del resguardo

Dependiendo de la aplicación, pueden ser necesarios métodos suplementarios de desbloqueo del bloqueo del resguardo:

- Desbloqueo con fines de evacuación
- Desbloqueo de emergencia
- Desbloqueo auxiliar

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

- **Desbloqueo con fines de evacuación**

El desbloqueo deliberado del bloqueo del resguardo debe ser posible fácilmente sin medios auxiliares y solamente accesible desde dentro de la zona resguardada.

Los medios de desbloqueo se deben accionar manualmente y actuar directamente sobre el principio del mecanismo de bloqueo.

El desbloqueo debe generar una orden de parada.



Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

- **Desbloqueo de emergencia**

El desbloqueo deliberado del bloqueo del resguardo desde fuera de la zona resguardada debe ser posible fácilmente sin medios auxiliares.

Los medios de desbloqueo se deben accionar manualmente y actuar directamente sobre el principio del mecanismo de bloqueo.

El desbloqueo debe generar una orden de parada y bloquear los medios de bloqueo en la posición de desbloqueo.

El desbloqueo de emergencia debe estar claramente marcado indicando su utilización únicamente para situaciones de emergencia y debe estar posicionado y/o protegido de manera que se eviten aperturas accidentales del bloqueo.

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

- **Desbloqueo auxiliar**

El desbloqueo deliberado del bloqueo del resguardo desde fuera de la zona resguardada solo debe ser posible por medio de una herramienta o llave(s) y con independencia de las condiciones de funcionamiento.

El desbloqueo debe generar una orden de parada.

El rearme del desbloqueo de emergencia solo debe ser posible por medio de una herramienta o por otros métodos (por ejemplo, cambio de componente). Este requisito puede cumplirse a nivel del sistema de mando (en vez de en el dispositivo de bloqueo del resguardo), en este caso, se deben proporcionar unas instrucciones claras de esta exigencia en las instrucciones de utilización del dispositivo de bloqueo del resguardo.

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

El desbloqueo auxiliar debe estar protegido contra accionamientos involuntarios (por ejemplo, protegido por un precinto, revestimiento protector) ya que el desbloqueo auxiliar es solo para ser utilizado en casos excepcionales, por ejemplo, cuando el bloqueo es del tipo de desbloqueo mediante accionamiento y se pierde la alimentación y el bloqueo no tiene la función de desbloqueo de emergencia.



Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

SELECCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO

Los criterios más importantes son:

- las condiciones de utilización y el uso previsto de la máquina

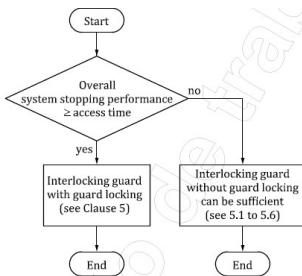
Se debe tener en cuenta la tecnología y el tipo de enclavamiento para asegurar que los dispositivos son adecuados teniendo en cuenta las condiciones ambientales; temperatura, humedad, vibraciones, higiene, influencias electromagnéticas...

Si se utilizan enclavamientos de tipo lengüeta, se debe considerar si son adecuados en caso de que no se pueda evitar la entrada de partículas, virutas o polvos (La suciedad de las partes mecánicas puede entrañar la degradación del mecanismo y provocar un fallo peligroso del dispositivo de enclavamiento).

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

- las consideraciones relativas al tiempo de parada y al tiempo de acceso

Se debe utilizar un dispositivo con bloqueo cuando el tiempo de parada global es superior o igual al tiempo de acceso necesario para que una persona alcance la zona peligrosa



```

graph TD
    Start([Start]) --> Decision{Overall system stopping performance ≥ access time}
    Decision -- yes --> InterlockingGuard[Interlocking guard with guard locking  
see Clause 5]
    InterlockingGuard --> End([End])
    Decision -- no --> InterlockingGuardNoLocking[Interlocking guard without guard locking  
can be sufficient  
see 5.1 to 5.6]
    InterlockingGuardNoLocking --> End
  
```

 GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

 insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

-el nivel de prestaciones PL o el nivel de integridad de la seguridad SIL requerido para la función de seguridad

-la probabilidad de fallo del dispositivo de enclavamiento

Los dispositivos de enclavamiento de Tipo 3 o de Tipo 4 se pueden utilizar para superar los problemas relativos a la utilización de los dispositivos de enclavamiento de Tipo 1 y de Tipo 2, cuando el resguardo se puede retirar completamente de la máquina y/o cuando las condiciones del proceso o el entorno requieren un nivel IP alto de protección

 GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

 insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

DISEÑO PARA MINIMIZAR LAS POSIBILIDADES DE NEUTRALIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

La máquina se debe diseñar de tal manera que se minimice la motivación para neutralizar los dispositivos de enclavamiento.

Se entiende por neutralización, la acción que hace al dispositivo de enclavamiento inoperativo o que sea burlado con el resultado de que la máquina se utiliza de manera no prevista por el diseñador o sin las necesarias medidas de seguridad.

El dispositivo de enclavamiento debe generar las mínimas interferencias posibles con las actividades durante el funcionamiento y otras fases de la vida de la máquina, en orden a reducir cualquier tentación de neutralizarlo:

- facilidad de utilización de la máquina, en particular durante las operaciones de mantenimiento y servicio;
- funcionamiento sin fallos de funcionalidad de la máquina.

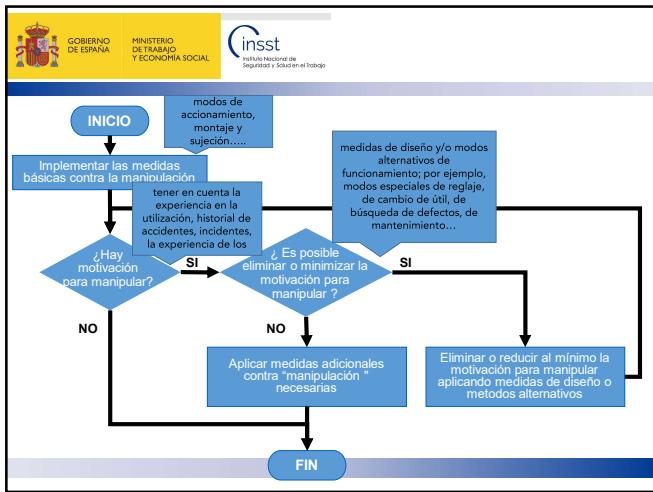
 GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

 insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Se entiende por "neutralización de manera razonablemente previsible", la neutralización de un dispositivo de enclavamiento ya sea manualmente o utilizando objetos fácilmente disponibles.

La definición incluye la retirada de interruptores o de actuadores utilizando herramientas que son necesarias para el uso previsto de la máquina o fácilmente disponibles (destornillador, llave inglesa, llave hexagonal, alicates).

Entre los objetos fácilmente disponibles como sustitutos de actuadores se incluyen tornillos, agujas, trozos de chapa, objetos de uso cotidiano tales como llaves, monedas, cinta adhesiva, cuerdas y alambres, y actuadores de repuesto (lengüetas).



MEDIDAS ADICIONALES PARA MINIMIZAR LAS POSIBILIDADES DE NEUTRALIZACIÓN

Los dispositivos de enclavamiento se deben seleccionar y/o instalar de modo que se evite la neutralización de una manera razonablemente previsible.

- Impedir el acceso a los elementos de los dispositivos de enclavamiento
- Impedir el accionamiento del dispositivo de enclavamiento mediante sustitutivos por objetos fácilmente disponibles
- Impedir el desmontaje o el cambio de posición de los elementos de los dispositivos de enclavamiento
- Impedir la neutralización

Impedir el acceso a los elementos de los dispositivos de enclavamiento

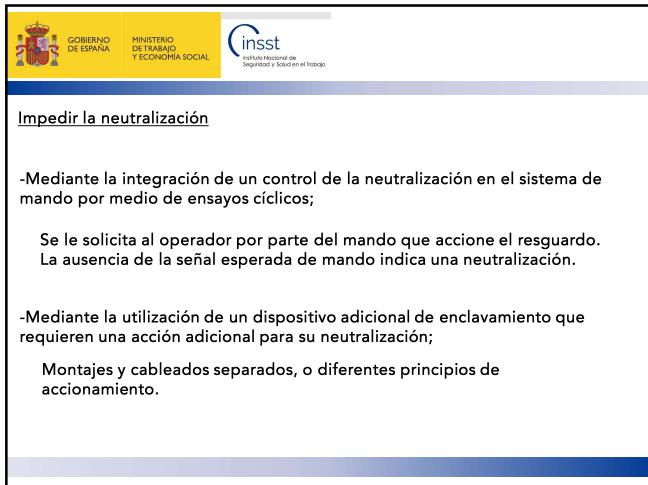
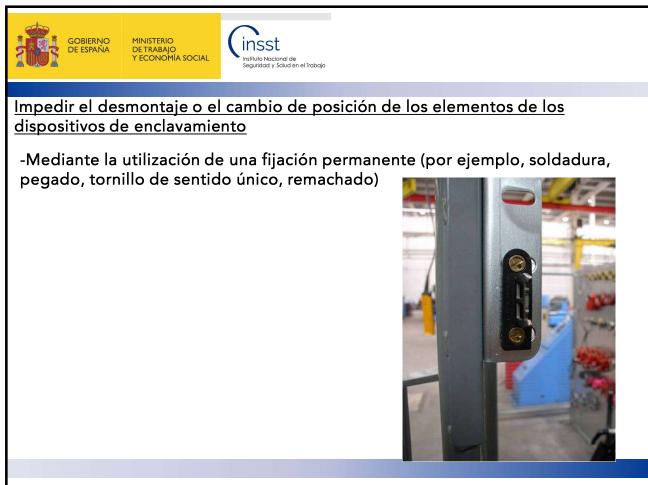
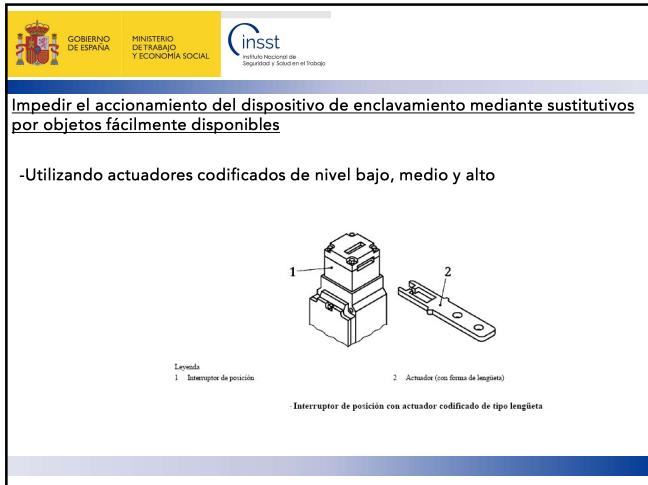
-Mediante obstrucción física o pantalla

a) Dispositivo de enclavamiento de tipo 2

Leyenda

| | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| 1 Resguardo deslizante (no cerrado) | 3 Interruptor de posición |
| 2 Cubierta (parte fija) | 4 Actuador |
| a Sentido de cierre | |

NOTA La neutralización del dispositivo de enclavamiento se hace más difícil por la cubierta (2), o por la presencia del resguardo en frente de él.



| | | Enclavamiento de Tipo 1, excepto de bisagra | Enclavamiento de Tipo 3 | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------|---|---|---|---|--|--|
| | | X | | X | | | | | |
| Principios y medidas | | | | | | | | | |
| Montaje fuera del alcance, ver 7.2 a) 1) | | | | | | | | | |
| Obstrucción física, apantallado, ver 7.2 a) 2) | | | | | | | | | |
| Montaje en posición oculta, véase 7.2 a) 3) | | | | | | | | | |
| Supervisión del estado o comprobación cíclica, ver 7.2 d) 1) i) y ii) | | | | | | | | | |
| Fijación no desmontable del interruptor de posición y del actuador, ver 7.2 c) | | | | M | | | M | | |
| Fijación no desmontable del interruptor de posición, véase el apartado 7.2 c) | | | M | M | M | M | M | | |
| Fijación no desmontable del actuador, véase el apartado 7.2 c) | R | | | R | | | | | |
| Dispositivo de bloqueo adicional y comprobación de plausibilidad, ver 7.2 d) 2) | | | | | | | | | |
| • X = es obligatorio aplicar al menos una de las medidas | | | | | | | | | |
| • M = la medida es obligatoria | | | | | | | | | |
| • R = la medida se recomienda (adicional) | | | | | | | | | |

© ISO

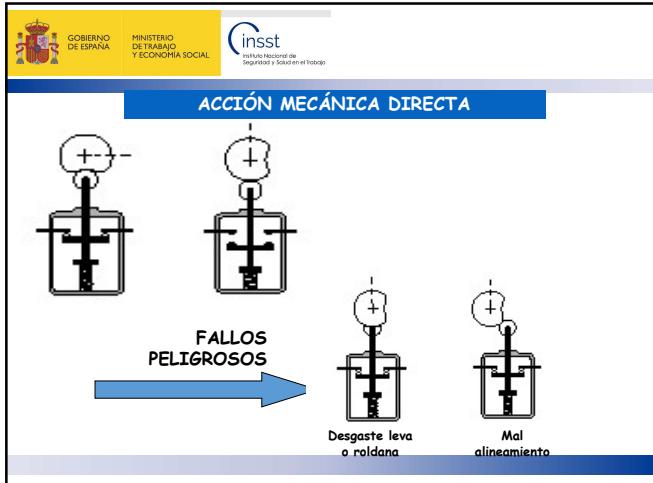
REQUISITOS PARA EL MANDO

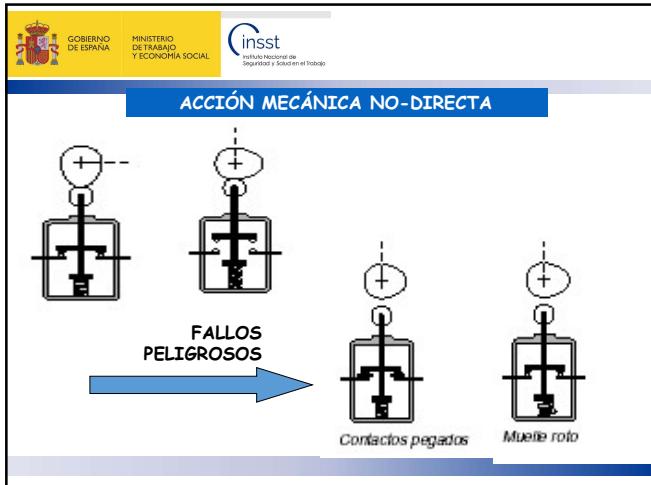
Los dispositivos de enclavamiento con o sin bloqueo del resguardo son partes del sistema de mando relativo a la seguridad de la máquina.

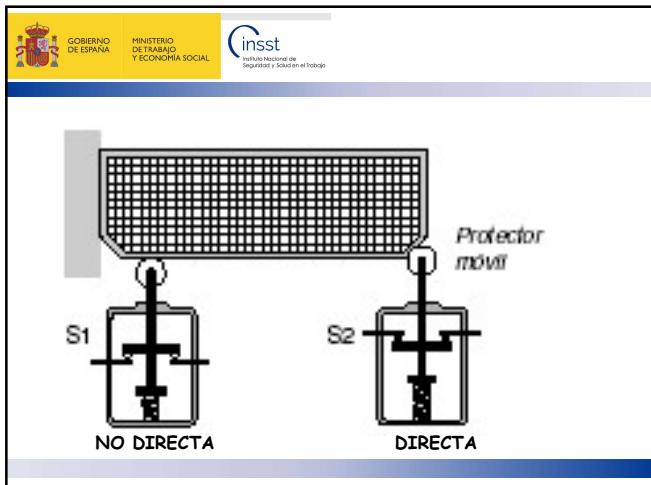
MEDIDAS PARA PREVENIR FALLOS DE CAUSA COMÚN

Cuando se emplean dispositivos de enclavamiento en montaje redundante, se deben evitar los fallos de causa común. Utilizando la diversidad en vez de la redundancia simple, por ejemplo, mediante la utilización de las siguientes medidas:

- Acción mecánica directa y no-directa de los interruptores de posición de los dispositivos de enclavamiento de Tipo 1
- Diversidad de fuentes de energía









DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO DE TIPO 1

leva con movimiento rotativo leva con movimiento lineal

Un solo interruptor de posición, accionado por una acción mecánica directa, controla la posición del resguardo móvil

Acción mecánica directa del actuador (A) sobre el sistema de accionamiento (B) del interruptor de posición (C)

Imposible neutralizar el dispositivo manipulando el sistema de accionamiento sin desmontar la leva o el interruptor

Fallo peligroso en el caso de:

- Desgaste, rotura....;
- Desajuste entre interruptor de posición y leva.

Como la ausencia del resguardo móvil no se detecta, es esencial que el resguardo no se pueda desmontar sin herramientas.

DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO TIPO 2
INTERRUPTOR DE POSICIÓN ACCIONADO POR LENGÜETA

Un pequeño desplazamiento del resguardo basta para provocar el cambio de estado del detector.

Cuando se retira la lengüeta (al abrir el resguardo), ésta acciona el mecanismo según el modo positivo, abriendo el circuito.

Se puede neutralizar utilizando una lengüeta que no esté fijada al resguardo

DISPOSITIVO POR TRANSFERENCIA DE LLAVE

Es un dispositivo de enclavamiento basado en el principio de transferencia de llaves entre un elemento de mando y una cerradura montada en el resguardo (dispositivo de bloqueo del resguardo).

a) Alimentación conectada, llave atrapada b) Alimentación desconectada, la llave puede ser retirada c) Alimentación desconectada y bloqueada por el perno de la cerradura, llave retirada

Leyenda
1 Interruptor
2 Perno de bloqueo de la cerradura
3 Actuador (llave)

Principio de enclavamiento por transferencia de llave. Paso 1

Principio de enclavamiento por transferencia de llave. Paso 2

Si hay más de una fuente de energía, y por lo tanto más de un elemento para accionar en el sistema de salida, se necesita entonces una caja de intercambio de llaves (4).

a) Temporización, caja de intercambio y de entrada múltiple. Energizado con el acceso denegado
b) Temporización, caja de intercambio y de entrada múltiple. Desenergizado con el acceso autorizado

Leyenda
1 Sistema de salida
2 Bloqueo en el sistema de salida
3 Dispositivo de temporización
4 Caja de intercambio de llaves
5 Bloqueo(s) en el (los) resguardo(s)
6 Perno de bloqueo unido al resguardo móvil

Sistema complejo

DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO TIPO 3

Un dispositivo de enclavamiento de Tipo 3 consta de uno o más interruptores de posición de accionamiento no-mecánico (interruptores de proximidad inductivos, magnéticos, capacitivos, de ultrasonidos u ópticos) accionados por un actuador no codificado unido al resguardo móvil.

a) Resguardo móvil cerrado b) Resguardo móvil no cerrado

Leyenda
1 Resguardo móvil
2 Dispositivo de enclavamiento
3 Actuador
4 interruptor de proximidad
5 sistema de accionamiento
6 sistema de salida

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

- sin partes móviles;
- alta resistencia al polvo y a líquidos;
- fácil de mantener limpio;
- debido a la falta de codificación, se requerirán medidas adicionales para impedir la neutralización;
- posibilidades limitadas de aplicación.

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO TIPO 4

DISPOSITIVO CODIFICADO DE ACCIONAMIENTO MAGNÉTICO

Un dispositivo de enclavamiento de Tipo 4 con un interruptor de posición accionado por un actuador codificado magnético asociado al resguardo móvil abre sus contactos cuando el resguardo no está cerrado

Leyenda

- 1 Sentido de apertura
- 2 Resguardo móvil cerrado
- 3 actuador codificado magnético
- 4 resguardo móvil

Gobierno de España **Ministerio de Trabajo y Economía Social** **insst** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

- compacto, sin partes móviles externas;
- alta resistencia al polvo y a líquidos;
- fácil de mantener limpio;
- codificado;
- tolerancia a un defecto de alineación del resguardo;
- sensible a las perturbaciones electromagnéticas;
- si se utilizan contactos de lama vibrante (reed), estos son sensibles a las vibraciones y choques y a los efectos eléctricos transitorios;
- no se dispone de codificación media ni alta.

DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO TIPO 4

DISPOSITIVO CODIFICADO DE ACCIONAMIENTO RFID

Un dispositivo de enclavamiento de Tipo 4 con un interruptor de posición accionado por un actuador codificado de etiqueta RFID asociado al resguardo móvil abre sus contactos cuando el resguardo no está cerrado

-compacto, sin partes móviles externas;

-alta resistencia al polvo, y a líquidos;

-fácil de mantener limpio;

-posibilidad de codificación media y alta;

-tolerancia a un defecto de alineación del resguardo;

- posible sensibilidad a las perturbaciones electromagnéticas;

EJEMPLOS DE OTROS DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

ENCLAVAMIENTO MECÁNICO

Enclavamiento mecánico directo entre un resguardo móvil y un elemento móvil peligroso

a) Resguardo móvil cerrado b) Resguardo móvil no cerrado

Leyenda

1 resguardo móvil
2 elemento móvil - bloquedo: tan pronto como el resguardo se está cerrando, el elemento móvil está bloqueado

La función asegurada es la de un resguardo con dispositivo de enclavamiento y bloqueo.

-La aplicación está limitada a mecanismos muy sencillos.

-Puede ser necesario posicionar manualmente la parte móvil para posibilitar la apertura del resguardo móvil. Esto debería ser posible sin acceder a la zona peligrosa.
