



CFGS AUTOMATIZACIÓ I ROBOTICA INDUSTRIAL

CFGS. AUTOMATITZACIÓ I ROBÒTICA INDUSTRIAL

M07UF1: Configuració de robots industrials

RESUM MESURES SEGURETAT ROBOTS

Alumne: Jose Granados Diaz

Professor: Josep Vargas

Curs: 2022-2023

Data: Divendres 14 d'Octubre del 2022

Índice

1. Riesgos de los robots	3
1.1 Riesgos tradicionales	3
1.2 Riesgos específicos	3
2. Posibles fuentes de riesgos de robots industriales	3
2.1 Errores de control y mando	3
3. Normativa legal de seguridad de robots	4
4. Medidas de seguridad	4
4.1 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño del robot	4
4.2 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño de la célula robotizada	4
4.3 Medidas de seguridad a tomar en la fase de instalación y explotación del sistema	5
4.4 Medidas de seguridad proporcionadas por los fabricantes	5
5. Sistemas de seguridad	6
5.1 Barreras materiales	6
5.2 Accesos a zona perimetral	7
5.3 Sistemas optoelectrónicos de seguridad barreras inmateriales	7
5.3.1 Cortinas fotoeléctricas	8
5.3.2 Scanner láser	9
5.3.3 Alfombras sensibles	9
5.4 Sistemas de supervisión de elementos distribuidos de seguridad	9
5.4.1 Módulos de seguridad	9
5.4.2 Módulos programables de seguridad	9
5.4.3 Autómatas de seguridad	10
6. Normas de seguridad para trabajar con robots	10
7. Requisitos de seguridad de una célula robotizada	11

1. Riesgos de los robots

1.1 Riesgos tradicionales

- Factores físicos (Polvo, temperatura, ruidos, electrocución, humedad...)
- Factores químicos (Productos cáusticos y corrosivos, productos tóxicos...)
- Factores biológicos (Su acción sobre el organismo puede dar lugar a enfermedades profesionales.)
- Factores fisiológicos (Sobrecarga estática o dinámica)
- Factores psicológicos (Ciertas condiciones de trabajo dan como resultado sobrecargas neuro psíquicas.)

1.2 Riesgos específicos

- Riesgo de colisión entre hombre-maquina
- Riesgo de proyección
- Riesgo de atrapamiento
- Riesgos tradicionales

2. Posibles fuentes de riesgos de robots industriales

2.1 Errores de control y mando

- Fallos producidos por averías en el material que componen los circuitos integrados
 - o Fallos del lógica (Como consecuencia de un fallo material se produce un defecto en la memoria RAM, fallos producidos por el creador del programa, fallos por intervención de los usuarios en el programa.)
 - o Perturbaciones (Físicas, químicas, eléctricas, perturbaciones destructivas.)
 - o Problemas de control (Defectos en las válvulas, en el suministro de aire, fallos en las conducciones etc.)
- Acceso no autorizado (Son riesgos procedentes de, los abusos en sistemas de permisos de trabajo.)
- Errores humanos (Son los riesgos más importantes y peligrosos)
- Elementos mecánicos (Son riesgos derivados de piezas o herramientas manipulados o transportados por el robot, como piezas con aristas vivas, cargas pesadas, electrodos, etc.)

3. Normativa legal de seguridad de robots

- Normativa internacional ISO 10218 :1992.
- Normativa americana ANSI/RIA R15.06-1992.
- Normativa europea EN 775 y española UNE-EN 775.

4. Medidas de seguridad

- Determinación de los límites del sistema: intención de uso, espacio y tiempos de trabajo, etc.
- Identificación y descripción de todos aquellos peligros que pueda generar la máquina durante las fases de trabajo. Se deben incluir los riesgos derivados de un trabajo conjunto entre la máquina y el ordenador y los riesgos derivados de un mal uso de la máquina.
- Definición del riesgo de que se produzca el accidente. Se definirá probabilísticamente en función del daño físico que pueda producir.
- Comprobar que las medidas de seguridad son adecuadas.

4.1 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño del robot.

- Supervisión del sistema de control: El sistema de control debe realizar una continua supervisión del correcto funcionamiento
- Paradas de emergencia.
- Velocidad máxima limitada.
- Detectores de sobreesfuerzo.
- Códigos de acceso.
- Frenos mecánicos adicionales.
- Comprobación de señales de autodiagnóstico en la unidad de control previamente al primer funcionamiento.

4.2 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño de la célula robotizada.

- Barreras de acceso a la célula.
- Dispositivos de intercambio de piezas.
- Movimientos condicionados.
- Zonas de reparación.
- Condiciones adecuadas en la instalación auxiliar.

4.3 Medidas de seguridad a tomar en la fase de instalación y explotación del sistema.

- Abstenerse de entrar en la zona de trabajo.
- Señalización adecuada.
- Prueba progresiva del programador del robot.
- Formación adecuada del personal que manejará la planta.

4.4 Medidas de seguridad proporcionadas por los fabricantes.

- No permitir que el personal no formado trabaje con los robots.
- Instalar un mecanismo de acceso a la célula con código para impedir la entrada de personal no autorizado, así como barreras de seguridad fotoeléctricas industriales, sensores de presencia o proximidad y sistemas de visión para reforzar la seguridad.
- Identificar claramente la zona máxima en que se produce el movimiento del robot con marcas en el suelo, señales y barreras.
- No confiar el software como elemento principal de seguridad.
- Instalar un número adecuado de botones o interruptores de “parada de emergencia” para el operador y en puntos críticos dentro y alrededor de la célula de trabajo.
- Instalar luces destellantes y/o mecanismos audibles (alarmas) que se activen cuando el robot esté funcionando.
- Revisar los mecanismos de seguridad periódicamente.
- Proporcionar suficiente espacio dentro de la célula de trabajo para que el personal pueda guiar el robot y realizar operaciones de mantenimiento de forma segura. Eliminar los puntos de peligro de quedar atrapado entre el robot móvil y el equipo.
- Antes del teaching u operación manual del robot, verificar que no hay condiciones potenciales de peligro con el robot y en su entorno y probar que la maleta de programación (teach pendant) opera correctamente antes de entrar en el área de trabajo.
- El área cercana al robot debe estar limpia y sin aceite, agua o residuos.
- Conocer el camino para salir de la célula en caso de movimiento anómalo del robot y cerciorarse de que no está nunca bloqueado.
- Aislar el robot de cualquier señal de control remoto que pueda causar movimiento mientras se está dentro de su alcance.
- Asegurarse de que todo el personal está fuera del área de trabajo antes de comenzar con la producción, y por supuesto, no entrar nunca en el área de trabajo si el robot está en operación.
- El personal que opera con el robot durante la producción debe comprender bien la tarea completa para la que está programado el robot antes de empezar la operación de producción y saber la localización y estado de todos los interruptores, sensores y señales de control que podrían causar el movimiento del robot.

- Nunca suponer que un programa ha acabado porque el robot no se está moviendo, ya que éste podría estar esperando alguna señal de entrada que le permita continuar con su actividad. Si el robot está ejecutando un diseño, no asumir que continuará con dicho diseño.
- Nunca intentar para el movimiento del robot con el cuerpo.
- Durante la inspección de la célula es necesario apagar el controlador y los posibles suministros de aire a presión, y en caso de que se necesite encender para revisar los circuitos eléctricos o de movimiento del robot, el operario debe estar preparado para apretar el botón de parada de emergencia en caso de necesidad.
- Durante en mantenimiento, si es necesario entrar en el área de trabajo del robot mientras está encendido, el operario debe apretar primero el botón de parada de emergencia y llevar siempre la maleta de programación en la mano. Cuando se reemplazan o instalan componentes, asegurarse de que no entra suciedad o residuos al sistema.

5. Sistemas de seguridad

Su número y ámbito de aplicación y la complejidad de los equipos e instalaciones dan lugar a peligros como los siguientes:

- Movimientos y secuencias de movimientos que son casi imposibles de seguir, ya que los movimientos a alta velocidad de los robots dentro de su radio de acción se solapan a menudo con los de otras máquinas y equipos.
- Liberación de energía en forma de partículas proyectadas o haces de energía como los emitidos por láseres o chorros de agua.
- Libertad de programación en términos de dirección y velocidad.
- Susceptibilidad a errores inducidos del exterior (por ejemplo, compatibilidad electromagnética).
- Factores humanos.

Las medidas técnicas de prevención estarán fundamentadas en dos principios:

1. La ausencia de personas en el espacio controlado durante el funcionamiento automático.
2. La eliminación de los peligros o al menos su reducción de los riesgos durante las intervenciones de reglaje, verificación de programa, etc..., en el espacio controlado.

5.1 Barreras materiales

Estos elementos de seguridad estarían dentro de lo que se podría llamar seguridad positiva y consiste.

En cualquier caso, deberemos tener en cuenta las distancias de seguridad establecidas en las normas:

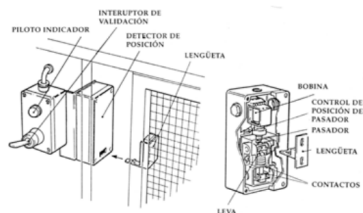
- UNE EN 292
- UNE EN 294
- UNE EN 811
- UNE EN 953



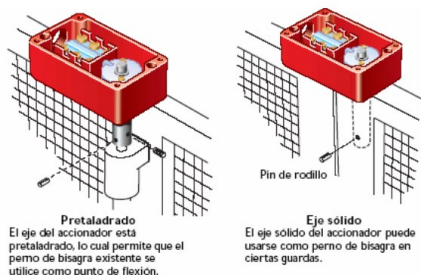
5.2 Accesos a zona perimetral

En las puertas de acceso se implementarán interruptores de seguridad, preferiblemente con enclavamiento electromagnético. Deberán ir conexiados al circuito de seguridad de cerramientos general de tal forma que si se abre una de estas puertas se debería producir la parada de todos los equipos que forman la célula robotizada. Existen los siguientes tipos de interruptores de seguridad:

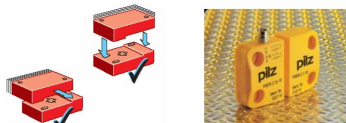
- Interruptor de seguridad con dispositivo de bloqueo.



- Interruptor de seguridad sin dispositivo de bloqueo.

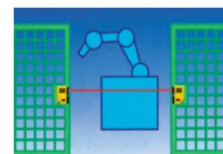


- Interruptor de seguridad sin contacto.



5.3 Sistemas optoelectrónicos de seguridad barreras inmateriales

No es recomendable implementar sistemas optoelectrónicos como protección perimetral, ya que el robot en muchos casos se está utilizando para manipulación y podría fallar la garra de sujeción de pieza por un frenado brusco debido a una emergencia o por un fallo de sistema.



Cuando utilizemos un sistema optoelectrónico de seguridad en una célula robotizada, este deberá ser siempre homologado categoría de seguridad 4 según UNE EN 954 y se deberán tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- El dispositivo sensible debe estar instalado y dispuesto de manera que no pueda entrar ninguna persona y alcanzar una zona peligrosa sin haber activado el dispositivo o que no pueda alcanzar el espacio restringido antes de que hayan cesado las condiciones peligrosas.
- Cuando sea posible permanecer entre los haces fotoeléctricos y la zona de riesgo, se deben instalar medios adicionales.
- Solo será posible el acceso a la zona peligrosa a través de la zona de detección del sistema optoelectrónico. Otras protecciones adicionales deben impedir el acceso a la zona peligrosa desde cualquier otra dirección.
- Se debe disponer de un sistema de rearme por cada sistema optoelectrónico empleado.
- Si se utilizan espejos reflectores para cubrir toda la zona se debe asegurar que no queda ningún ángulo o zona muerta de acceso.
- Cuando un dispositivo sensible ha sido activado, puede ser posible volver a poner la célula en marcha a partir de la posición de parada, a condición de que esto no provoque otros peligros.
- Dependiendo de la utilización de robot no se podrán emplear sistemas optoelectrónicos, sobre todo cuando hay riesgos de proyecciones, radiaciones, etc....; a no ser que se combinen con protecciones físicas que anulen estos riesgos.

5.3.1 Cortinas fotoeléctricas

Son dispositivos cuya función de detección se realiza mediante elementos optoelectrónicos emisores y receptores de tal manera dispuestos que forman una cortina de radiaciones ópticas y que detectan la interrupción de estas dentro del dispositivo realizada por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada.

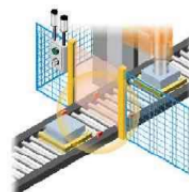


Es posible utilizar dispositivos inteligentes opto-electrónicos para proteger puntos y áreas peligrosas y controlar los accesos, tanto vertical como horizontalmente. Estos dispositivos sin contacto se auto testean, pueden ser comprobados y cumplen las normas de seguridad vigentes en todo el mundo.

Es muy interesante utilizar sistemas “muting” en islas robotizadas de paletizado. Estos sistemas disgregan el paso de una pieza o un hombre y permiten puentear con seguridad un sistema optoelectrónico para permitir la entrada o salida de pieza:

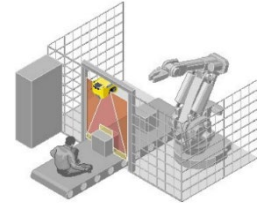
Muting – Fase 1

- Material delante de la zona de peligro
- Barrera fotoeléctrica activa
- Lámpara muting apagada



5.3.2 Scanner láser

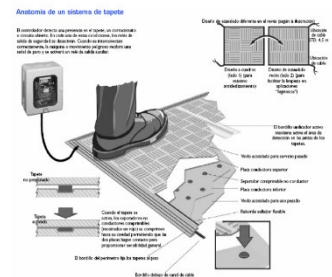
Es un sistema de seguridad que explora su entorno sin contacto por medio de un haz láser infrarrojo, sin necesidad de utilizar reflector o receptor separado. La zona de detección puede adaptarse perfectamente a la zona de protección estableciendo una zona de preaviso. Debido a que no están homologados para una categoría máxima de seguridad, cuando trabajemos con robots no deberíamos utilizarlos como un sistema primario de seguridad.



5.3.3 Alfombras sensibles

Las alfombras sensibles son interruptores eléctricos de área sensibles a la presión. Mediante estos dispositivos se pueden detectar la presencia de personal no autorizado en áreas de trabajo peligrosas. Suelen ser diseñadas para trabajar bajo condiciones severas, tanto mecánicas, como químicas o térmicas.

Debido a que no están homologados para una categoría máxima de seguridad (al igual que los scanner), cuando trabajemos con robots no deberíamos utilizarlos como un sistema primario de seguridad.



5.4 Sistemas de supervisión de elementos distribuidos de seguridad

Los circuitos de seguridad de las células robotizadas deben tener una categoría de seguridad alta (4 según norma UNE EN 954). Esto solo lo podremos conseguir supervisando el funcionamiento de los elementos distribuidos a través de unos sistemas homologados.

5.4.1 Módulos de seguridad

Es el sistema más sencillo que existe en el mercado. Con estos módulos podremos supervisar distintos elementos distribuidos de seguridad, desde un interruptor de seguridad, una parada de emergencia o un sistema de doble mando.



5.4.2 Módulos programables de seguridad

A camino entre los módulos de control y los autómatas programables existen los módulos programables que se utilizan para supervisar instalaciones de tamaño medio. Utilizan un sistema de programación muy visual y los elementos se deben cablear uno a uno al sistema de supervisión.



5.4.3 Autómatas de seguridad

Para ciertas aplicaciones de riesgo elevado como, por ejemplo, para mando de prensas, instalaciones robotizadas, quemadores, etc., normalmente este tipo de equipos se someten a ensayos en Laboratorios u Organismos reconocidos para tal fin, que emiten el correspondiente certificado. Además, se deben respetar los requisitos específicos de montaje, instalación, programación, etc., que solo puede ser realizados por personal cualificado.

Con la aparición de los PLC's de seguridad conseguimos controlar la instalación completa de un proceso, gracias a sus características especiales, resultan las siguientes ventajas para el usuario:

1. Proyección:
 - Múltiples módulos de software para soluciones estándar:
 - Parada de Emergencia
 - Rejas Protección
 - Doble Mando
 - Programas de programación confortables
 - Ahorro de espacio hasta un 80%
 - Alta categoría de seguridad según UNE EN 954-1 con un coste mínimo de cableado
2. Puesta en Marcha
 - Coste mínimo de montaje y cableado
 - Tiempos de puesta en marcha muy cortos
 - Flexible modificación de función
3. Funcionamiento
 - Gran fiabilidad y larga vida gracias a un desgaste mínimo
 - Tiempos de parada reducidos
 - No hay coste de mantenimiento
 - Posibilidad de ampliación por programación

6. Normas de seguridad para trabajar con robots

- Se debe de prohibir el acceso al recinto con el robot en funcionamiento
- Las personas que, por motivos insalvables, tengan que permanecer dentro de la zona de trabajo del robot, estando éste en movimiento o bajo tensión, deberán tener un permiso especial escrito para el acceso.
- Los permisos deben especificar claramente los siguientes puntos:
 - a) Trabajo a realizar.
 - b) Persona o personas que van a realizar el trabajo.
 - c) Persona encargada de supervisar el trabajo.
 - d) Especificar las medidas de seguridad que se van a adoptar y los pasos a seguir.
 - e) Especificación de los elementos de seguridad que se han suprimido y la comprobación de su restablecimiento.

- Se deberán separar al robot de su alimentación. Se deberá prestar especial atención en esta operación, ya que el corte de energía puede provocar la caída del brazo, si no ha dispuesto de un dispositivo específica de protección.
 - En este caso se deberá condenar el botón o dispositivo de parada.
 - Al abrir la puerta de acceso al recinto, asegurarse de que ésta permanezca abierta (si no podrá restablecer la alimentación). En el caso de que se utilice un sistema de interenclavamiento por llaves, se deberá guardar la llave para que no pueda restablecerse la energía al robot.
 - En el caso de que tenga que trabajar con el robot con alimentación, se deberá seleccionar el modo de aprendizaje a velocidad reducida.
-
- Si el robot lo permite, la programación deberá realizarse fuera de la zona de trabajo.
 - Durante la programación sólo se permitirán velocidades bajas.
 - La programación deberá ser realizada sólo por personal preparado y autorizado.
 - En la fase de programación, no deberá permanecer nadie entre el robot y partes fijas, con el fin de evitar atrapamientos.
 - Es aconsejable no estar más de una hora seguida programando.
 - Se deberá formar adecuadamente a todo operario relacionado con el robot. Esta formación será tanto en el área de formación técnica, así como de seguridad.

7. Requisitos de seguridad de una célula robotizada

1. Los movimientos no programados no deben ser permitidos. Introduciendo en el programa de recorrido de movimientos del robot, unas instrucciones destinadas a delimitar el arco de movimiento, permitiendo que solamente se desplace, 2 o 3 grados más allá de su movimiento necesario. Si el robot sobrepasa esta limitación de programa, este incluirá una orden de parada.
2. Como la seguridad por programa, hoy todavía, no está totalmente conseguida, el robot deberá llevar en su interior 2 micro interruptores desplazables, con el fin de controlar el ángulo, delimitando el movimiento de la corona. Estos micro interruptores, enviarán una señal de parada cuando el robot entra en contacto con ellos (movimiento horizontal).
3. Para evitar el desplazamiento vertical (menos peligroso), se podrían instalar en la parte trasera del robot unos topes de altura, que delimitaran a su vez el movimiento vertical (este tope puede estar formado por un micro interruptor), de forma que cuando el robot tocara en el mandaría este una señal de parada.
4. Deberá poder descargarse la energía almacenada en los circuitos (hidráulico y neumático), o en el caso de eléctrico, desconectarse sin perder el programa.
5. En los casos de parada de emergencia, en los que la pinza o garra sujete alguna pieza, esta deberá permanecer sujeta ante una parada de emergencia.
6. El rearmado del robot ante una parada de emergencia, deberá ser manual. No debiendo permitir una puesta en la marcha del robot o sus equipos asociados, si no es a través del accionamiento de la puesta en marcha, o rearme desde el puesto de control principal.

7. Ante una parada de emergencia, deberá ser necesario volver al punto cero, no iniciándose el movimiento del robot ante un rearme en el punto que se abandonó, sino que deberá iniciarse en el principio de ciclo.
8. La botonera portátil, deberá estar equipada con mandos de movimiento tipo "hombre muerto", de forma que la acción de pulsar tiene que ser mantenida, en el momento de que esta acción es abandonada, el robot se para.
9. El robot deberá ir provisto, de unos dispositivos que desencadenan una parada, cuando el brazo del robot encuentre un obstáculo que le ofrezca resistencia.
10. Deberá disponer de un sistema de velocidad reducida, en el modo de aprendizaje o programación, debiendo entrar automáticamente en funcionamiento al seleccionar este modo, o al utilizar el dispositivo portátil de programación (botonera, etc.).
11. El robot no podrá ser rearmado desde la botonera, ante una parada de emergencia.
12. Los mandos de movimiento del robot de la botonera y pupitre, serán selectivos de manera de que uno elimine al otro y no se puedan utilizar al mismo tiempo.
13. El regulador de velocidad del robot, deberá estar protegido de forma y manera, de que no pueda ser accionado inintencionadamente.
14. Los dispositivos de corte y desconexión, deberán estar protegidos contra acciones involuntarias.
15. Las partes móviles, deberán ser de colores vivos y de fácil visualización.
16. Deberá disponer de un dispositivo (luminoso o acústico), que nos indique que el robot está o va a ponerse en funcionamiento.
17. Los dispositivos de seguridad, deben entrar en funcionamiento automáticamente, al iniciarse las operaciones de puesta en marcha del robot.
18. Se utilizarán topes mecánicos de limitación de recorrido (además de los otros ya instalados).
19. El robot deberá disponer de frenos eficaces, que reduzcan al máximo los momentos de inercia y nos sujeten el brazo o lo hagan descender muy lentamente, ante una parada de emergencia. Estos frenos deberán accionarse cuando el robot esté desconectado. Para su desactivación deberá procederse manualmente.
20. Los cables y mangueras deben estar protegidos contra los agentes agresivos de ambiente de trabajo, axial como contra corrientes inducidas, parasitarias, etc. Deberán estar situados de manera que no pueden ser enganchados o pellizcados, por los órganos móviles del robot, axial como bien sujetos.
21. El robot dispondrá de limitadores de carga, que nos manden una parada, si se sobrepasa el peso marcado por las características de trabajo del robot.
22. Deberá cuidarse la estabilidad y el anclaje siguiendo las instrucciones del fabricante.
23. La zona de trabajo del robot, deberá estar protegida fundamentalmente por barreras materiales, debiendo ser las inmateriales complementarias.
24. El panel o pupitre de control, deberá ser ubicado fuera de la zona protegida del robot, pudiéndose actuar sobre él, sin estar en la zona protegida o pasar por ella, no debiendo existir huecos o pasillos fácilmente violables.

25. Desde el pupitre de mando, deberán poder observarse los movimientos del robot.
26. Deberá disponerse (líneas robotizadas) de zonas de mantenimiento especialmente diseñadas a tal efecto.
27. La zona de trabajo del robot deberá disponer de los elementos necesarios (ventiladores, climatización, aspiración, etc.), para que en su caso los agentes tanto físicos como químicos, no afecten al software como al hardware del robot.
28. La zona de trabajo deberá estar convenientemente iluminada, sobre todo en la fase de programación y aprendizaje.
29. Las áreas de trabajo del robot, así como las zonas peligrosas, deberán estar señalizadas.
30. Los mandos e instrumentos de señalización, tanto en la botonera como en el pupitre de control, deberán disponer de las leyendas necesarias y perfectamente comprensibles.
31. Las direcciones de los movimientos, tanto en el robot como en la botonera, deberán estar señalizadas gráficamente.