

¿MANTENER A LAS PERSONAS FUERA O A LOS ROBOTS DENTRO?

«¿Está concebido su vallado a prueba de robots?» Muchos se han hecho esa pregunta durante los últimos tres o cinco años. Lanzándonos a la piscina, podríamos responder con otra pregunta: «¿Tienen que serlo?» Prácticamente todo el mundo piensa que sí pero, como suele ser más frecuente, la respuesta depende de las circunstancias. Deben tenerse en cuenta tres aspectos:

- ¿Los paneles de protección, las cajas y otros objetos estarían al alcance del robot?
- ¿Cómo de grande y rápido es el robot?
- ¿Cuenta el robot con un sistema de control seguro u otros dispositivos limitadores del rango de movimiento?

Y también se puede hacer una cuarta pregunta:

- ¿Qué historial de accidentes tiene el robot en cuestión?

Abordemos primero esta pregunta. En la historia relativamente corta de los robots industriales, el vallado de protección se consideraba principalmente, si no exclusivamente, un medio para mantener a las personas fuera de la zona de peligro. Y con razón. El historial de accidentes de los robots demuestra que las personas se ven golpeadas o lesionadas por robots casi exclusivamente cuando entran en la zona de peligro en la que opera el robot. Esto ocurre bien accidentalmente, porque no hay medidas de protección adecuadas, bien deliberadamente, cuando las personas pasan por alto o manipulan las protecciones.

PERO EL ROBOT también puede «equivocarse». Puede moverse demasiado rápido, demasiado lejos, o soltar una pieza de trabajo o herramienta a gran velocidad. Algunos accidentes de robots se produjeron cuando un robot chocó contra una pieza de trabajo o parte de la maquinaria y ello provocó una proyección peligrosa de piezas o residuos. En todos estos casos, el vallado de protección puede actuar en teoría como una «red de captura» o incluso como un «domador de robots».

¿QUÉ DICEN LAS NORMAS?

Ya la primera norma europea de seguridad de los robots EN 775, publicada en 1992, mencionó la necesidad de limitar el rango de movimiento de los robots. Sin embargo, no contenía información clara sobre cómo hacerlo. Lo mismo ocurre con la norma de seguridad de los robots estadounidense, ANSI RIA 15.06. Más tarde, en 2006, se publicó por primera vez una norma internacional sobre seguridad de los robots: la ISO 10218-1. La versión actual es de 2011 y ese mismo año se añadió una parte 2 para la integración de los robots en los sistemas manufactureros (ISO 10218-2).

El capítulo 5.4 de la ISO 10218-2 establece una diferencia entre el llamado «espacio máximo», es decir, el rango de movimiento del robot, y su «espacio de funcionamiento», que es el espacio que realmente utiliza el robot cuando opera. A menudo, el «espacio máximo» es mucho más grande de lo necesario para la aplicación. Sin embargo, el objetivo de un diseñador de sistemas es utilizar la menor superficie de suelo posible para su aplicación. En consecuencia, el vallado de protección (y otros equipos de seguridad) casi siempre se coloca dentro del espacio máximo, es decir, al alcance del robot. El vallado de protección demarca lo que la norma llama el «espacio protegido», un área en la que las personas no pueden entrar, por ser peligroso.

NATURALMENTE, EL «espacio de funcionamiento» debe ser más pequeño que el «espacio protegido». Si no fuese así, el robot podría colisionar con una reja de protección durante el funcionamiento o golpear a una persona que estuviese de pie directamente frente a una cortina fotoeléctrica. Por lo tanto, la norma define un cuarto término que hay que entender para diseñar un sistema robótico seguro: el «espacio restringido». El «espacio restringido» es más grande que el «espacio de funcionamiento» y más pequeño que el «espacio protegido». Sirve para garantizar que siempre haya una distancia de seguridad entre la protección y el espacio de funcionamiento.

¿Por qué es necesario? Por dos motivos: (1) El



La seguridad es más importante que la eficiencia

robot necesita tiempo para reducir la velocidad y pararse cuando se detecta la entrada de una persona en el espacio protegido (por una barrera fotoeléctrica, escáner, cámara o interruptor de puerta). (2) Cuando el «espacio protegido» está formado por una reja, que sigue siendo la medida de seguridad más frecuente, una persona puede meter los dedos a través de la malla de alambre y podría resultar herida si el robot se acercase mucho al vallado. En función de la luz de la malla, se precisa una distancia de 120 a 200 mm para evitar lesiones en los dedos (consulte la ISO 13857, Tabla 4). ¿Se ha hecho un lío con todos los «espacios» que hemos mencionado? Entonces eche un vistazo al recuadro y a la ilustración siguientes para aclarar todas sus dudas.

La norma ISO 10218-2 exige claramente limitar el rango de movimiento de un robot por seguridad. ¿Cómo? A través de cualquiera de las siguientes medidas:

- Limitación de espacio o toques duros (bloques de tope y pasadores)
- Dispositivos limitadores externos (interruptores mecánicos o de proximidad)
- Control de software relacionado con la seguridad del movimiento (que cumpla al menos un nivel de prestaciones (PL) = d según la norma ISO 13849-1)

Curiosamente, la norma descarta el uso de vallado para definir el «espacio restringido». La norma ISO 10218-2 dice: «El uso de una reja perimetral como dispositivo limitador normalmente es factible solo cuando los robots no pueden provocar una deformación peligrosa del vallado» (cita de la Nota 4 de la sección 5.4.4). Sin embargo, un robot que colisiona con el vallado a gran velocidad y con gran fuerza causará al menos algo de deformación, incluso en una reja fuerte. Esto podría ser peligroso. Además, como hemos señalado anteriormente, las personas pueden poner los dedos a través de las rejas.

OTRA NOTA EN la norma incide en esto. Dice así: «El espacio restringido se define como el lugar donde el movimiento del robot realmen-

te se detiene, no donde se inicia una parada» (cita de la Nota 2 de la sección 5.4.4). Por lo tanto, no está permitida una aplicación robótica que permita al robot golpear en teoría el vallado. Se tendría que emitir un comando de parada lo suficientemente pronto para evitar que el robot colisionase con el vallado. Por lo tanto, las rejas o vallado «a prueba de robots» son una ilusión y, al mismo tiempo, un concepto erróneo.

EXCEPCIONES A LA REGLA

Sin embargo, hay «peros»:

- Pero ¿qué pasa si el espacio es muy escaso y el robot debe moverse rápido para cumplir unos tiempos de ciclos justos? Entonces podría no ser posible limitar su movimiento para que se detenga antes de golpear la reja. Al menos podría no detenerse de 120 a 200 mm antes de chocar contra la reja. ¿Qué hacer?

- Pero ¿qué pasaría si el robot simplemente pudiera soltar una pieza de trabajo o herramienta a gran velocidad? ¿No tendría que contener la reja de protección la pieza extraviada?

- Pero ¿qué pasa si el robot y el sistema de control son bastante antiguos y no ofrecen un control del movimiento del robot seguro?

Todos estos casos pueden precisar el uso de vallados de protección que sean lo suficientemente fuertes como para contener el robot o una pieza extraviada. En muchos casos, serán necesarias medidas de seguridad adicionales, tales como:

- El refuerzo de la reja con piezas adicionales
- Paneles metálicos o de policarbonato que retengan los objetos que podrían pasar a través de una malla de alambre

- Cortinas fotoeléctricas, escáneres láser u otros equipos de detección en el interior del «espacio protegido» que detectasen la aproximación de un robot demasiado cerca de la reja (por lo general, esto solo será necesario para modernizar las instalaciones de robots más antiguas que no cuentan con un sistema de control del robot relacionado con la seguridad)

Sin embargo, se deben estudiar la situación y sus peligros específicos en una evaluación del riesgo. Esto incluiría el cálculo de la fuerza de impacto prevista a partir de la masa en movimiento multiplicada por el cuadrado de la velocidad, dividida entre dos $[(m \times v^2)/2]$. Sobre la base de los resultados de la evaluación del riesgo y los cálculos de la fuerza de impacto, se deben seleccionar las medidas adicionales necesarias.

EN LA MAYORÍA de los casos hoy en día, se podrá limitar el movimiento del robot de forma segura mediante un sistema de control del movimiento bicanal (redundante). La pérdida de piezas de trabajo y herramientas se puede prevenir mediante pinzas que bloqueen positivamente la pieza manipulada en lugar de depender únicamente de la fricción o la fuerza de sujeción. En algunos casos, puede que no

haya más opción que reducir la velocidad de movimiento del robot y conformarse con un tiempo de ciclos más largo. Recuerde: ¡La seguridad es más importante que la eficiencia!

LO QUE LAS REJAS NO PUEDEN HACER

Puede que algunos fabricantes afirmen que sus rejas son «a prueba de robots». Esto es fácil de entender, porque los clientes pueden poner en duda tales afirmaciones... y con razón. Dado que no hay dos aplicaciones de robots que sean iguales, no es probable que un producto de reja de protección específico pueda satisfacer los requisitos en cada caso. Con un robot muy grande y rápido, la fuerza de impacto bien puede aumentar por encima de los 5000 julios. Eso equivale al choque de un Volkswagen Golf contra una verja a unos 20 km/h. Un producto de reja estandarizado difícilmente podrá soportar tal impacto.

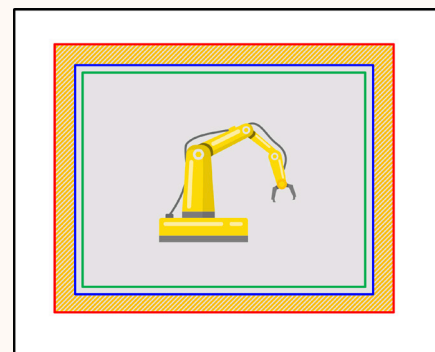
Axelent, por lo tanto, no afirma que nuestros productos resisten todos y cada uno de los tipos de impacto. Nuestras pruebas demuestran que nuestros productos son seguros y fiables en el campo de aplicaciones de robots de tamaño pequeño a mediano o relativamente «normales» con fuerzas de impacto máximas de aproximadamente de 1200 a 1600 julios. Cuando eso no baste, se pueden utilizar los postes más fuertes de 70 x 70 mm y las fijaciones de refuerzo especiales para los paneles para aumentar la resistencia al impacto a 2000 julios o más.

LA SELECCIÓN DE la solución de rejas o vallado de protección adecuada debe empezar con un minucioso análisis de los riesgos. ¿Qué tipo de peligros se deben prever de manera realista? ¿Pueden perderse piezas de trabajo? Si es así, ¿caerán simplemente al suelo dentro de la zona de peligro o podrían salir «expulsadas»? ¿Cómo de grandes y pesados serán esos objetos expulsados? ¿Dónde podrían expulsarse y dónde golpearían partes del sistema o de las rejas de protección? Las respuestas a estas preguntas ayudarán a buscar medidas que impidan la propia expulsión. Cuando tales medidas no sean factibles, puede que haya que retener los «objetos voladores». Pero también eso puede no ser necesario alrededor de toda la zona de peligro o en todo el sistema, sino solo en lugares concretos. Ahondar más y responder minuciosamente a las preguntas anteriores ayudará a encontrar la solución adecuada y también a ahorrar dinero.

Sin embargo, debemos tener claro que, principalmente, las rejas de protección no están pensadas para contener los robots extraviados. La norma ISO 10218-2 muestra claramente que, para restringir el movimiento del robot, se deberán tomar otras medidas. El diseño de la maquinaria y de los sistemas que se base en rejas de protección como «red de captura integral» es un diseño defectuoso

CUANTO MÁS RÁPIDO y más fuerte sea el robot, menos debe basarse en rejas de protección para mantenerlo bajo control. Simplemente es un enfoque defectuoso de la seguridad robótica, da igual lo fuerte que sea la reja. Las rejas de protección están destinadas principalmente a mantener a las personas **fuera**, no al robot **dentro**.

** La traducción de las citas es nuestra y puede diferir ligeramente del texto original en el idioma respectivo.*



• Espacio máximo**

Espacio completo al que un robot puede acceder mientras se mueve (rango de movimiento)

• Espacio protegido*

Espacio definido por la protección perimetral (es decir, la «reja de protección» y otros dispositivos protectores)

• Distancia de seguridad

• Espacio restringido*

Parte del espacio máximo restringido por dispositivos limitadores que establecen los límites que no se superarán

• Espacio de funcionamiento*

Parte del espacio restringido que se utiliza realmente mientras se realizan todos los movimientos ordenados por el programa de tareas

*Fuente: 10218-2

**No definido en la norma, la definición es nuestra)



Matthias Schulz

Consultor de seguridad en máquinas