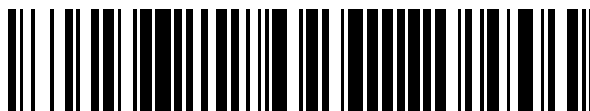


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 457**

51 Int. Cl.:

<b>B22D 7/00</b>	(2006.01)
<b>B22D 9/00</b>	(2006.01)
<b>B22D 11/14</b>	(2006.01)
<b>B22D 33/00</b>	(2006.01)
<b>B22D 41/00</b>	(2006.01)
<b>B22D 41/02</b>	(2006.01)
<b>B22D 41/14</b>	(2006.01)
<b>B22D 41/30</b>	(2006.01)
<b>B22D 41/52</b>	(2006.01)
<b>B25J 19/06</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2009 PCT/EP2009/007765**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.06.2010 WO10063349**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2009 E 09796611 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 2342031**

54 Título: **Sistema de interacción de robot**

30 Prioridad:

**29.10.2008 DE 102008053699**  
**04.02.2009 DE 102009007540**  
**21.10.2009 DE 102009050249**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.11.2020**

73 Titular/es:

**SMS GROUP GMBH (100.0%)**  
**Eduard-Schloemann-Strasse 4**  
**40237 Düsseldorf , DE**

72 Inventor/es:

**PLOCIENNIK, CHRISTIAN;**  
**SCHÖCK, HANS-WILHELM y**  
**MOORS, MARK**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 792 457 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de interacción de robot

Descripción

5 La presente invención hace referencia a un sistema de interacción de robot que comprende un robot con un controlador de robot con velocidades y modos de funcionamiento que influyen en una interfaz humano-robot asociada.

10 Del estado del arte es conocido el equipar instalaciones metalúrgicas y/o de laminación con manipuladores o robots, en particular, robots industriales. Así, existen, por ejemplo, desde hace tiempo manipuladores para el acoplamiento de un tubo de sombra a una artesa o para transportar piedras pesadas al revestir un convertidor. También se utilizan robots totalmente automáticos, por ejemplo, para pintar bobinas o pulverizar un horno de arco eléctrico. La mayoría de estas aplicaciones tienen en común que el respectivo robot está adaptado a la respectiva tarea especial y alineado para la misma.

15 Como se conoce, por ejemplo, de la solicitud WO 2005/118182 A1, también es conocido el uso de robots multifunción que ejecutan más de una tarea; en donde en dicho estado del arte, el sistema de robot está diseñado de tal manera que el mismo puede asumir múltiples tareas diferentes en una plataforma de colada. De la solicitud WO 2008/025562 A1 se conoce un sistema de robot, que comprende un robot multifunción que mantiene la base de una caldera dentro de un soporte de mantenimiento de caldera.

Los robots conocidos del estado del arte, en particular, los robots multifunción, pueden en principio asumir diferentes tareas, pero su funcionalidad se orienta generalmente a un uso completamente automático.

20 En todo caso, el ser humano puede intervenir en su función como trabajador u operario mediante un modo operativo de telemanipulación del robot multifunción en su actividad laboral y funcionalidad. Durante la actividad y en el estado de funcionamiento del robot multifunción, el espacio de trabajo y el espacio de movimiento del robot y el ser humano deben permanecer separados en todo momento para que el robot no ponga en riesgo al ser humano. Sin embargo, para la correcta funcionalidad del respectivo robot, las soluciones totalmente automáticas requieren un cierto grado de tecnología necesaria de detección o percepción, de habilidad y/o de capacidad de toma de decisiones para poder ejecutar un proceso de trabajo. En procesos de trabajo complejos, por lo tanto, este tipo de sistemas encuentran sus limitaciones en referencia a los costes requeridos para su implementación, en términos de estabilidad del sistema y en términos de seguridad en el proceso. Justamente en las instalaciones metalúrgicas y de laminación, durante determinados trabajos manuales, con frecuencia, es necesario tomar una decisión calificada y rápida sobre cómo proceder en base a la observación de las personas, es decir, del trabajador o del operario que se desempeña en la respectiva estación de trabajo. De esta manera, al realizar trabajos de mantenimiento en un caldero de colada, se deben tomar decisiones sobre qué partes se deben seguir utilizando y cuáles deben ser reemplazadas. Esto no solo exige el reconocimiento del respectivo estado, sino que también requiere un cierto grado de capacidad de toma de decisiones para tomar la decisión correcta correspondiente. En las soluciones conocidas hasta el momento del estado del arte, en un caso como este, los robots industriales se apagan o fijan o bloquean y un trabajador ingresa al espacio de movimiento y a la zona de trabajo del robot que se encuentran rodeado por vallas protectoras para realizar la inspección necesaria y tomar decisiones. Dicha solución no es satisfactoria para los procesos de trabajo que están afectados por un cambio frecuente de tareas de trabajo y tareas de observación o de inspección, ya que el robot se debe detener con frecuencia. Ciertas tareas manuales sencillas también son en términos técnicos desproporcionadamente complejas para un manipulador totalmente automático y teleoperado o se caracterizan por una relación costo-beneficio desfavorable porque el sistema de robot debería estar equipado con un sistema de sensores altamente complejo para reemplazar la actividad humana manual simple. Así, el desbloqueo sencillo de un pequeño elemento de seguridad, como una clavija hendida, es una tarea manual simple para las personas, ya que pueden determinar visualmente la posición de la clavija y retirarlo fácilmente con la mano. Para que un robot realice la misma tarea, debe estar equipado con un complejo sistema de sensores que le permita detectar la posición del elemento, en este caso, de la clavija. Sólo entonces el robot puede retirar la clavija hendida. Cuando esto se hace, por ejemplo, con la ayuda de un telemanipulador, esta actividad también es compleja, poco fiable y lenta.

50 Una posibilidad para minimizar este problema consiste en adaptar la respectiva estación de trabajo y los medios de trabajo asociados a la automatización. En este sentido, la solicitud WO 2008/025562 A1 propone una implementación concreta para un mecanismo deslizante de un caldero de acero, que después se puede reemplazar con la ayuda de un robot. La desventaja de este sistema consiste en que el esfuerzo involucrado en dicha adaptación genera costes considerables y, por lo tanto, reduce la rentabilidad de una instalación equipada con él debido a los costes de inversión asociados. De este modo, en el ejemplo descrito en la solicitud WO 2008/025562 A1, resulta que cada caldero de colada debe estar equipado con el correspondiente sistema deslizante y con una correspondiente fijación.

55

Otra desventaja importante de los sistemas conocidos consiste en que cuando se usan, eventualmente, la accesibilidad de la respectiva instalación puede verse perjudicada. Mientras que con los manipuladores la seguridad por la manipulación responsable se garantiza a través de las personas, es decir, el respectivo personal operativo, en el caso de robots industriales convencionales completamente automáticos, debido a las regulaciones legales (en Europa, por ejemplo, la normativa 2006/42/EG), es necesario proporcionar una separación de la zona de trabajo y de movimiento del robot del lugar de ubicación de las personas, es decir, del personal operativo.

Por último, de la solicitud WO 2007/057061 A1 se conoce que el robot de trabajo puede pivotar fuera de la correspondiente zona de trabajo, de modo que sea posible la accesibilidad a la zona de trabajo por parte del personal operativo. Sin embargo, girar el robot requiere un cierto tiempo, por lo que puede perderse tiempo valioso en momentos de peligro hasta que el personal operativo pueda ingresar al área de peligro y contrarrestar la situación de riesgo allí.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar una solución que permita una adaptación más flexible de un robot o de un sistema de robot a diferentes grados de interacción humano-robot.

Dicho objeto se resuelve conforme a la invención mediante un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de interacción de robot que está dispuesto en una instalación metalúrgica, de acuerdo con la reivindicación 1. Otras configuraciones del procedimiento se indican en las reivindicaciones relacionadas.

Por lo tanto, mediante la presente invención se crea una solución flexible para el diseño de un sistema de robot, de su área de movimiento y trabajo así como de su modo de funcionamiento, una división de tareas con división temporal y espacial de tareas en interacción con el personal operativo humano, de tal modo que se pueden realizar múltiples tareas rápida y eficientemente, sin que eso implique una restricción o limitación por un diseño completamente automático o de control a distancia del sistema de robot. De esta manera, conforme a la invención se logra que las posibilidades de los robots industriales modernos se puedan combinar con la percepción y la capacidad de toma de decisiones de los seres humanos. Para ello, un sistema de robot que se puede adaptar de manera flexible a múltiples actividades diferentes dentro de respectivo entorno de trabajo se asigna a una estación de trabajo particular, especialmente, en dispositivos o instalaciones metalúrgicas o de laminación. La flexibilidad del sistema de robot se consigue porque el sistema presenta diferentes modos de funcionamiento, que admiten diferentes formas de cooperación entre un trabajador humano o el personal operativo y el sistema de robot, y también incluye modos de funcionamiento ampliados. El controlador del robot se amplía correspondientemente para incluir dichos modos de funcionamiento. Para ello, se introducen diferentes formas de interacción para el sistema de robot, las cuales permiten una ejecución de tarea dividida con diferentes formas de división temporal y espacial de tareas entre los participantes de la interacción robot y humano en forma de trabajadores o personal operativo. Las diferentes formas de interacción definen allí los niveles de la separación temporal y espacial entre los socios que interactúan, el robot y el operario, dentro del espacio de movimiento o de trabajo del sistema de robot. Por ejemplo, una cooperación directa entre trabajadores y robots que trabajen juntos en la misma pieza de trabajo sin su separación temporal y espacial sería una forma de interacción, comúnmente conocida como colaboración. Esta forma de interacción también incluye el proceso de la observación directa, en el cual el robot realiza el trabajo de forma independiente y es observado por personas que permanecen dentro del espacio de movimiento del robot. Otra interacción sería el robot trabajando solo mientras es controlado remotamente por un ser humano. En este caso se presenta una separación espacial y temporal de los socios de interacción en el espacio de trabajo.

El sistema de interacción del robot está caracterizado por múltiples modos de funcionamiento del robot, que preferentemente, introducen modos de funcionamiento nuevos y adicionales al sistema de interacción del robot y al controlador del robot más allá del funcionamiento (completamente) automatizado habitual y que permiten una interacción más intensa con el personal operativo o el trabajador.

Un modo de funcionamiento de este tipo es el modo de manipulación, en el cual el robot se encuentra en el así denominado como modo manual. En el modo de manipulación, el robot se opera mediante un control manual, que permite al trabajador/operario un control directo de los ejes y/o un control cartesiano del efector final. En el modo de manipulación, se hace una distinción entre tres modos con funcionalidad diferente, las cuales se diferencian entre sí en función de la distancia entre el robot y el personal operativo humano.

En un primer modo, el robot funciona como un robot de mano. En este modo, los operadores humanos pueden guiar al robot directamente con sus manos. Esto se consigue a través de sensores de fuerza-momento que están dispuestos en el robot y miden la presión que el respectivo trabajador ejerce sobre el robot, preferentemente, sobre el efector final o una parte del robot que se debe mover.

Otro modo consiste en la guía al robot a través de un control manual. En este modo, el respectivo trabajador se para junto al robot, en particular, dentro del espacio de movimiento del robot, y acciona el robot a través de controlador, que está diseñado como un panel de control en forma de una palanquilla de control o de una combinación de palanquillas de control o como un ratón 3D (Spacemouse).

Otro modo hace referencia a la guía teleoperada del robot a través de un control manual, en el cual el personal operativo humano/ el operador está fuera del espacio de movimiento y de trabajo del robot, por ejemplo, en una sala de control, y observa al robot desde la distancia o a través de cámaras; en donde el control manual se puede realizar como en el segundo modo citado anteriormente. En el modo de manipulación, el operador/trabajador dispone de la posibilidad de controlar los ejes y/o de controlar directamente la pinza/ herramienta del respectivo robot.

Otro modo de funcionamiento de robot es el modo semiautomático, en el cual el robot ejecuta automáticamente secuencias de un programa de robot. En el modo semiautomático, el robot proporciona al operador una serie de secuencias programadas que corresponden a los pasos de subtrabajo individuales de la respectiva tarea de trabajo que están asignadas al robot y al sistema de interacción de robot. El operador puede seleccionar allí secuencias de trabajo individuales y detenerlas o iniciarlas según sea necesario. En este modo operativo, los pasos de trabajo individuales se realizan en esencia alternadamente entre robot y humano/ operador. Así, por ejemplo, el trabajador abre una tapa, se hace a un lado y después comienza una breve secuencia de control del robot en la cual el mismo coloca un objeto pesado en la apertura. Después del final de la secuencia realizada automáticamente, la persona puede cerrar nuevamente la tapa. Las secuencias pueden iniciarse, detenerse o seleccionarse utilizando un dispositivo de entrada fácil de usar, un control de voz o gestos del trabajador/ operador reconocidos por sensor. El operador también utiliza el modo semiautomático para intervenir en una secuencia de programa completamente automática cuando la misma encuentra problemas por razones imprevistas o cuando se identifican anomalías durante el desarrollo del trabajo en el modo automático. En este caso, el operador puede interrumpir el modo completamente automático y cambiar al modo semiautomático, que le permite repetir secuencias individuales o saltar a otro paso de trabajo dentro del programa. Las funciones en el modo semiautomático son, por ejemplo, "pausa", "desviación", "pinza desactivada/cerrada", "funcionamiento" (= restablecimiento del modo automático) o "avanzar y retroceder un paso de trabajo". Del mismo modo, en el modo semiautomático, se puede cambiar en cualquier momento al modo de manipulación.

En una realización, la invención prevé que los modos de funcionamiento y/o los modos operativos se puedan activar y desactivar y que el robot se pueda adaptar a diferentes funcionalidades y/o tareas de trabajo mediante los modos de funcionamiento y/o modos operativos.

En todos los modos de funcionamiento, mediante el correspondiente diseño del sistema de interacción del robot se garantiza que la seguridad necesaria del trabajador/ operario esté garantizada en todo momento. Un sistema de robot, así como la zona de trabajo asociada y asignada están diseñados de tal manera que los diferentes modos de operación, como el modo de telemanipulación, el modo de colaboración o el modo completamente automático, puedan funcionar en cualquier cambio sin necesidad de modificaciones o de equipamiento posterior complejos, en particular, del robot.

Asimismo, el diseño es tal que se mantiene la accesibilidad de la instalación metalúrgica o de laminación equipada con un sistema de interacción de robot conforme a la invención y las vías de escape no están bloqueadas por rejas para el caso de eventos repentinos y peligrosos. Esto se consigue principalmente porque el sistema de interacción de robot se puede diseñar en gran medida sin dispositivos de protección divisorios en el uso del sistema de interacción de robot conforme a la invención, de modo que no hay rejas que obstruyan y/o separen en el caso de que el personal operativo/ los trabajadores deban ingresar la estación de trabajo o a la zona de trabajo del robot. La seguridad de la máquina de la instalación metalúrgica o de laminación equipada con el sistema de interacción de robot conforme a la invención se consigue en lugar de con dispositivos de protección divisorios del tipo descrito anteriormente, mediante el monitoreo por sensores de la zona de trabajo y el uso de controles seguros y/o de un sistema de sensor de seguridad.

El sistema de interacción de robot flexible y/o universal descrito anteriormente consiste preferentemente en al menos los componentes robot, sistema de sensor de seguridad, control seguro e interfaz humano-robot, que pueden diseñarse en forma de control manual o control de voz.

El robot utilizado en este sistema de interacción de robot consiste preferentemente en un robot industrial universal, preferentemente de programación libre. Por supuesto, el sistema de interacción de robot también puede comprender más de un robot, por ejemplo, dos robots que actúan conjuntamente en el sentido de robot de trabajo y robot asistentes. Preferentemente, el o los robots se tratan de los móviles de seis ejes, cuyo brazo de trabajo o de manipulación está equipado con un sistema de cambio para el alojamiento de diversas herramientas, pinzas o dispositivos de medición. Preferentemente, el o los robots deberían estar diseñados para su uso en entornos de trabajo extremos, es decir, en las zonas caliente y/o peligrosa de instalaciones metalúrgicas o de laminación. Un equipamiento de este tipo se comercializa hoy por hoy con el nombre de equipamiento "Foundry" (para fundición). Por supuesto, las pinzas y las herramientas deben ser diseñadas en correspondencia.

La presente invención está caracterizada por lo tanto en su diseño porque el sistema de interacción de robot está dispuesto en una instalación metalúrgica o de laminación y allí está asociado a una estación de trabajo o zona de trabajo.

En otra realización, la invención prevé finalmente que el sistema de interacción de robot comprenda un sistema de sensor de seguridad que comprende un sensor o una combinación de sensores, el cual detecta la presencia de una persona en una zona de seguridad y/o de entrada y/o de detección asignada al área de trabajo del robot.

5 El sistema de sensores de seguridad consiste preferentemente en una combinación de diferentes sensores que son adecuados para detectar la presencia humana. El sistema de sensor está diseñado de tal manera que la presencia humana, por ejemplo, el ingreso a la zona de trabajo se reconoce con cierto grado de fiabilidad, de modo que el sistema completo cumpla con los requisitos de las normas y directivas legales, como, por ejemplo, la directiva de maquinaria 2006/42/EG.

10 Para lograr esto, el sistema de sensores de seguridad comprende sensores individuales, aunque por lo general, una combinación de sensores; en donde los diferentes tipos de sensores pueden estar presentes más de una vez y también de forma redundante. Para el uso como sensores en el sistema de sensores de seguridad resultan adecuados, por ejemplo, escáneres láser, cortinas de luz, barreras de luz, cámaras con detección de profundidad, cámaras infrarrojas, sensores de ultrasonido, alfombrillas, RFID (identificación por radiofrecuencia), escáneres o sensores de fuerza-momento. Los contactos o interruptores de la puerta que le permiten a un trabajador indicar al sistema de interacción de robot o al sistema de sensor de seguridad que se está ingresando a la zona de trabajo, también son elementos adecuados para el uso en el sistema de sensor de seguridad. Los elementos del sistema de sensores de seguridad, como, por ejemplo, los sensores utilizados, se seleccionan de modo que se correspondan con las condiciones del entorno de aplicación metalúrgico o de laminación y que sean capaces de trabajar con seguridad a pesar de los altos niveles de polvo y calor. En este sentido, al diseñar el sistema de sensor de seguridad, se considera la menor fiabilidad y vida útil resultantes por el entorno de trabajo, como puede ocurrir, por ejemplo, con sensores ópticos en el área de uso con un alto nivel de polvo. Otra tarea del sistema de sensor de seguridad consiste en monitorear la estación de trabajo o la zona de trabajo asignada en relación con condiciones peligrosas, en particular, estados de la instalación, que no se generan necesariamente directa y principalmente de los movimientos o actividades del robot, sino del estado de la instalación o de las condiciones en el lugar de trabajo. Así, por ejemplo, se proporcionan sensores de detección de temperatura que no sólo son adecuados para percibir la presencia humana, sino que también son capaces de detectar superficies calientes o acero fundido, de modo que se puedan reconocer peligros en caso de accidentes de producción o desperfectos de los dispositivos técnicos de la instalación. El sistema también aumenta la seguridad del personal operativo y de los trabajadores en la respectiva zona de trabajo con informaciones sobre posibles puntos de peligro. Además, en el sentido de la ergonomía y/o la vigilancia de la seguridad laboral, en el sistema de sensores de seguridad también pueden estar integrados sensores para la detección de gases de proceso tóxicos o nocivos, por ejemplo, monóxido de carbono. Las señales determinadas y/o procesadas por los sensores y el sistema de sensores de seguridad se envían entonces al controlador del robot o al sistema de seguridad asignado, los cuales eventualmente puede activar una alarma en caso de emergencia y/o, por ejemplo, detener el robot o, en el caso de un robot móvil, retirarlo del área de peligro.

35 El elemento bien esencial del sistema de interacción de robot es el controlador del robot, que, por un lado, permite las diferentes formas de interacción entre humanos y robots y, por otro lado, asegura que las personas no corran peligro o particularmente no sufran lesiones por parte del robot. El controlador del robot está equipado con las siguientes características funcionales y funcionalidades que lo controlan y/o influyen en él: el controlador del robot genera y/o monitorea una limitación segura de las velocidades del robot (cartesianas y en relación con el eje); una limitación segura del rango de movimiento, por ejemplo, mediante paredes virtuales, es decir, un área de protección para el robot, que puede variar en relación con la estación de trabajo y/o la tarea; una parada operativa segura del robot en cualquier posición y un monitoreo seguro de la rampa de frenado.

45 Otro componente del sistema de interacción del robot es la interfaz humano-robot, que permite diferentes formas de interacción entre humanos y máquinas/ robots. En una forma de interacción en la cual no existe una separación temporal y espacial de los socios de interacción, es decir, en la cual ambos socios de interacción se encuentran en la zona de trabajo y/o de protección del robot, la interfaz humano-robot permite al trabajador operar el sistema del robot, observar directamente el estado de la instalación desde una proximidad cercana, preferentemente, dentro del espacio de movimiento del robot, y, en caso necesario, intervenir en el proceso; en donde el sistema de interacción de robot esté equipado entonces particularmente con un dispositivo de aprobación que debe ser operado por el operador, el ser humano, o un interruptor de aprobación electromecánico. Aquí se entiende que un interruptor de aprobación consiste en un dispositivo de conmutación que debe ser accionado constantemente para que las señales de control para estados peligrosos puedan ser efectivas. Los dispositivos de aprobación o los interruptores de aprobación electromagnéticos pueden estar diseñados como un dispositivo de entrada 6D universal, por ejemplo, un así denominado como ratón 3D. Sin embargo, también es posible diseñarlos como un sensor de fuerza-momento montado en la mano del robot o en el efector final del robot, el cual permite una guía intuitiva del robot mientras se mantiene la seguridad requerida. También es posible una versión con control de voz incorporado. Esto presenta la ventaja adicional de que el respectivo u operador puede moverse libremente en el espacio de trabajo del robot. En todas las formas de ejecución, el dispositivo de aprobación es una pieza esencial del sistema de control, tanto como una visualización o representación visualizada del siguiente paso de trabajo planificado que puede ser reconocida y verificada por el respectivo operador o trabajador, de modo que los movimientos del robot temporalmente posteriores no sorprendan al trabajador.

5 Para adaptar el sistema de interacción de robot descrito anteriormente y con más detalle a continuación a la respectiva estación de trabajo o zona de trabajo a la cual está asociado el robot que presenta el sistema de interacción de robot y para determinar los modos de funcionamiento y modos operativos requeridos para la tarea específica, el procedimiento es el siguiente: primero se realiza un análisis detallado de los procesos de trabajo y de las tareas individuales que se realizan en la respectiva estación de trabajo o en la respectiva zona de trabajo. Los pasos de las tareas individuales, a partir de los cuales se desarrollan y componen las tareas individuales o los procesos de trabajo, se evalúan individualmente en función de si son más adecuados para las tareas que debe realizar un robot o para las tareas que deben realizar los humanos. De esta manera, las tareas ergonómicas y relacionadas con la seguridad se asignan a los humanos, mientras que las tareas peligrosas o pesadas se asignan al robot. Además, los trabajos sensorialmente complejo e inofensivo se asignan a los humanos. Otro grupo consiste en tareas que representan tanto un alto potencial de exposición o un alto riesgo, así como una inspección y una evaluación humana basada en la misma. En este grupo, el robot y la persona trabajan juntos en interacción directa en el mismo espacio de trabajo de la zona de trabajo o estación de trabajo del robot.

15 Las respectivas asignaciones se pueden almacenar en el controlador del robot fácilmente en un respectivo modo operativo, de modo que múltiples modos operativos o modos de funcionamiento, que después comprenden formas de interacción y modos operativos derivados del mismo, se almacenan o se almacenan y representan en una memoria que actúa conjuntamente con el controlador, de modo que el sistema de interacción de robot tiene acceso. La implementación de las interacciones individuales humano-robot en un modo de funcionamiento o un modo operativo representa entonces la secuencia en la que el equipo humano-robot resuelve conjuntamente la tarea en cuestión, en donde las tareas exclusivas del robot se pueden realizar en ausencia de personas, lo cual permite una mayor velocidad de trabajo del robot, ya que el controlador de seguridad no debe considerar la presencia de personal operativo en la zona de trabajo y/o zona de protección del robot. Del mismo modo, el robot se puede detener cuando la actividad humana que debe realizar el personal operativo o los trabajadores se realiza un determinado momento durante un cierto período de tiempo.

25 Además, los modos de funcionamiento están diseñados de manera tan flexible que es posible que un operador del respectivo robot o del sistema de interacción de robot intervenga en cualquier momento en el desarrollo del trabajo programado y realice intervenciones manuales cuando, según el caso individual, la continuación de la solución total o parcialmente automatizada parezca ser inadecuada desde el punto de vista del operador por razones imprevistas.

30 Además, es posible conectar el sistema de interacción de robot a un sistema de control de proceso superior que esté asociado a la respectiva instalación metalúrgica o de laminación, de tal manera que el modo de funcionamiento del momento del respectivo robot, particularmente, un robot industrial; el progreso de trabajo de la actividad a ejecutar por el robot en la respectiva estación de trabajo o zona de trabajo y/o los resultados de detección detectados mediante sensores, que suministran los sensores dispuestos en el respectivo robot o en el entorno del respectivo robot, se transmitan y notifiquen mediante señales al sistema de control de proceso superior.

35 En general, con la ayuda del sistema de interacción de robot, se crea un sistema que permite utilizar un robot de manera universal, más específicamente, no sólo para un funcionamiento en un modo operativo o un modo de funcionamiento "funcionamiento completamente automático", sino también en modos operativos o modos de funcionamiento en los cuales tiene lugar una interacción de humano/trabajador/operario y el robot; en donde el humano y el robot están ubicados temporal y espacialmente juntos en la zona de trabajo y de movimiento del robot; en donde el humano y el robot se encuentran temporalmente uno después del otro en la misma zona espacial de la zona de movimiento o de trabajo del robot o sino en donde el robot y la persona están en posiciones espacialmente separadas y eventualmente también en el sentido de estar presentes o activas en diferentes momentos y sin embargo trabajando juntos en interacción para la realización de una tarea común. Esto difiere del estado del arte actual, según el cual los robots están programados para determinadas tareas y existe una separación temporal y espacial de las tareas del robot y las tareas humanas en la zona de las instalaciones metalúrgicas o de laminación. En las instalaciones metalúrgicas conocidas según el estado del arte actual, no existe interacción simultánea entre robots y humanos. Tan pronto como una persona ingresa al área de trabajo del robot, el robot se detiene. Entonces la persona puede realizar su tarea de inspección o mantenimiento. Después, la persona abandona la zona de trabajo o de movimiento del robot antes de que el robot actúe nuevamente.

50 En contraste con esto, el sistema de interacción de robot conforme a la invención permite que los humanos y los robots interactúen entre sí técnicamente sin separación temporal y/o sin separación espacial. Por ejemplo, es posible que ambos, es decir, la persona y el robot realicen en la misma zona de trabajo, particularmente, en la zona de trabajo del robot, diferentes acciones o tareas, pero al mismo tiempo, de modo que no se presenta una separación temporal entre la actividad del robot y la actividad humana. Además, también es posible realizar una interacción en esta zona de trabajo o de movimiento del robot de tal manera que, por ejemplo, el ser humano realiza una primera tarea y el robot asume después la continuación de lo que resulta de ese trabajo. En este sentido, no existe una separación espacial entre la actividad humana y la actividad del robot. La otra posibilidad consiste en la eliminación total de una separación espacial y temporal, que se da, por ejemplo, cuando el humano y el robot trabajan prácticamente mano a mano en una zona de movimiento o zona de trabajo del robot, es decir, por ejemplo, la persona le da al robot una pieza de trabajo, que este agarra y después procesa. Con la ayuda de este sistema

flexible de interacción de robot, es posible aumentar las posibilidades de uso de los robots en el campo de las instalaciones siderúrgicas, metalúrgicas o de laminación. Esto conduce a un aumento en la seguridad laboral, una mejora en la situación ergonómica para el trabajador/ operario, pero también a una mejora en la calidad. Esto se consigue con la ayuda del sistema de interacción de robot, que perfecciona el robot equipado con el mismo para un sistema de automatización flexible para la aplicación de una amplia variedad de formas de interacción entre humanos y robots, y que permite tareas, realizaciones y ejecuciones con una división del trabajo temporal y espacial entre personas y robots. Con la ayuda del sistema de interacción de robot, el robot se equipa con una gran cantidad de posibles funciones, modos de funcionamiento y modos operativos, de tal manera que, comparativamente con una así denominada como navaja suiza, no sólo posee la función básica de un proceso de manipulación automatizado o procesos de trabajo análogos a la función de corte de una cuchilla, sino que análogamente a una navaja suiza también incluye otras herramientas en forma de modos de funcionamiento o modos operativos. Un sistema de interacción de robot flexible o universal de este tipo comprende al menos los componentes robot; sistema de sensores de seguridad con las funciones de reconocer la presencia humana y monitorear la estación de trabajo para condiciones peligrosas; controlador del robot e interfaz humano-robot, por ejemplo, en forma de control manual o control por voz. La flexibilidad del sistema de robot se consigue porque el sistema presenta diferentes modos de funcionamiento y/o modos operativos, que representan y admiten respectivamente diferentes formas de cooperación e interacción entre un trabajador humano y el funcionamiento del robot, así como también incluye modos de funcionamiento ampliados. Los distintos modos de funcionamiento y/o modos operativos se almacenan directamente en el controlador del robot o se almacenan en elementos de memoria que interactúan con el controlador del robot.

Para diseñar el sistema particularmente flexible, es posible disponer el robot para que pueda moverse en pistas de desplazamiento, y dichas pistas de desplazamiento también pueden diseñarse en forma de pistas de grúa. Esto permite ampliar aún más el rango de movimiento por lo tanto y las posibilidades de uso del robot equipado con un sistema de interacción de robot.

Esto se refuerza por el hecho de que, en función de su tarea, al robot se le asignan respectivamente zonas de protección o espacios de protección que cambian dinámicamente, las cuales se conforman o se pueden conformar en referencia a las estaciones de trabajo o en referencia a la tarea del robot.

Ya que en el contexto de la presente invención está prevista la cooperación de humanos y robots, es decir, una interacción humano-robot, los respectivos robots industriales se pueden equipar con un grado de automatización diferente y graduable según la aplicación. La gradualidad varía desde un robot que se controla prácticamente por completo por personas, como el punto final de la automatización gradual, hasta un robot que realiza sus tareas sin ningún control humano, como el otro extremo de la escala de automatización. En este caso, el grado de mecanización/ automatización de un robot aumenta con un grado de automatización ascendente, mientras que en simultáneo disminuye el esfuerzo humano requerido. Los niveles de automatización graduables son, por ejemplo, en el extremo inferior un telerobot, que es controlado como un absoluto telemanipulador por el personal operativo / trabajador. El siguiente paso es la combinación del telerobot que realiza teleoperaciones con pasos operativos manuales que realiza un trabajador sin dispositivos de manipulación. Un siguiente nivel consiste, por ejemplo, en que un robot de trabajo o asistencia parcialmente automatizado realice subtareas de forma independiente y que el trabajador realice pasos de trabajo manuales en interacción con el robot. El siguiente nivel puede consistir en la combinación de pasos de trabajo realizados por teleoperación con un telerobot, pasos de trabajo realizados parcialmente de forma automática por un robot y pasos de trabajo realizados manualmente por el trabajador. En este caso, el robot está diseñado convenientemente de tal manera que se puede conmutar tanto como un robot industrial programable (libremente) para procesos parcialmente automatizados y también en el modo telemanipulador como un telerobot puro. El nivel más alto es entonces la automatización completa de todo el trabajo involucrado en una planta metalúrgica o en una instalación metalúrgica o de laminación, que previamente era realizado, por ejemplo, por un operador. Aquí, diferentes robots pueden trabajar juntos de forma totalmente automática, de modo que un robot de asistencia o trabajo puede realizar las tareas operativas en combinación con un robot de servicio.

También es posible equipar al respectivo robot industrial con la "inteligencia de máquina" graduable respectivamente requerida. La correspondiente "inteligencia de máquina" está determinada por las capacidades sensoriales con las que está equipado el respectivo robot, en particular el robot industrial. Mientras que un robot industrial sin capacidades sensoriales como robot "ciego" está limitado a tareas que sólo usan la potencia y la capacidad de elevación del robot, un robot con sensores y por lo tanto con "inteligencia de máquina" asociada eventualmente puede resolver de manera notable más cantidad de tareas operativas y más complejas. Sin embargo, un aumento en la "inteligencia de máquina" también está asociada con un sistema de control cada vez más complejo, aunque está acompañado de un mayor número de posibles tareas operativas y, por lo tanto, de posibles usos. Los niveles de "inteligencia de máquina" graduales son, por ejemplo, en el extremo inferior, un robot "ciego" controlado exclusivamente por coordenadas sin sensores. El siguiente nivel podría representar un robot industrial conformado con un sistema de sensores simple, como, por ejemplo, una barrera de luz, seguido por un nivel de un robot industrial con un sistema de sensores simples que percibe el entorno exterior y que todavía está al menos parcialmente bajo control y manipulación humana. El siguiente nivel podría consistir en un robot con un sistema de sensores complejo, por ejemplo, un sistema de cámaras, que sea capaz de percibir y evaluar el entorno exterior y actuar en función de la situación. El nivel superior sería un robot con un sistema de sensores completo y complejo

superior a los humanos, como por ejemplo, un robot industrial equipado con cámaras de alta resolución, por ejemplo, cámaras termográficas y que procesa las señales recibidas en una unidad de evaluación y control asignada. En particular, esto se refiere a los así denominados como robots autónomos o sistemas de robots cognitivos.

5 Estos robots industriales equipados con una "inteligencia de máquina" graduable y con un grado de automatización graduable se utilizan en el campo de las instalaciones siderúrgicas, metalúrgicas o de laminación de tal manera y en combinación entre sí, aunque también en combinación con la actividad humana manual, que se cumple la idea básica y el concepto básico de trabajo ergonómico y seguro en el respectivo equipo de la planta metalúrgica.

10 También puede estar previsto que a cada robot se le asigne una o más zonas de protección que estén diseñadas dinámicamente, así como variables con diferentes tamaños y dimensiones según la tarea operativa del robot o la posición de trabajo del robot. Esta idea también refuerza el concepto básico de trabajo ergonómico y seguro en el área de una instalación metalúrgica en los dispositivos individuales de la planta metalúrgica.

15 Para poder realizar la transferencia de tareas o la continuación de tareas por parte de humanos por fuera de la zona caliente y/o peligrosa del respectivo sistema en el marco de la interacción humano-robot, también puede estar previsto que el respectivo robot industrial pueda estar dispuesto desplazable en el área de la respectiva instalación metalúrgica o planta metalúrgica o laminadora, de modo que la zona de trabajo del robot industrial pueda ser más flexible y amplia y esté garantizada la transferencia segura de tareas o piezas de trabajo o similares al trabajador por fuera de la zona caliente y/o de peligro de la respectiva planta metalúrgica o de la respectiva estación de trabajo o zona de trabajo.

20 A continuación, la presente invención se explica en detalle mediante un dibujo. Las figuras muestran

Figura 1: una primera forma de interacción de robot y usuario en una representación esquemática.

Figura 2: una segunda forma de interacción de robot y usuario en una representación esquemática.

Figura 3: una tercera forma de interacción de robot y usuario en una representación esquemática.

25 Las Figuras 1-3 muestran los modos de funcionamiento de un sistema de interacción de robot en base a las tareas operativas involucradas en el área de un soporte de caldero 7 de una instalación metalúrgica en el marco de la inspección y el mantenimiento de un cucharón 8 en un caldero de acero 9. Allí, la figura 1 muestra esquemáticamente la tarea operativa de encender el canal de colada, la figura 2 muestra esquemáticamente la actividad de abrir la caja deslizante y la figura 3 muestra esquemáticamente la actividad de insertar una nueva placa deslizante.

30 Las tareas que se deben realizar tienen lugar en una interacción entre el humano/ trabajador/ operador 2 y el robot 1. El robot 1 está equipado con un controlador de robot que presenta una interfaz humano-robot asociada, que conjuntamente forman parte de un sistema de interacción de robot que comprende modos de funcionamiento y modos operativos que influyen en la interfaz humano-robot. Estos diferentes modos de funcionamiento y modos operativos están adaptados y/o se pueden adaptar a diferentes grados de automatización del robot y/o a diferentes posiciones temporales y/o espaciales de los socios de interacción humano 2 y robot 1 en un espacio de trabajo.

35 Al robot 1 también está asociada una zona de seguridad monitoreada 4, que está delimitada por dos zonas de entrada monitoreadas 5 y una sección de pared 6 así como por la zona del caldero de acero 9 que debe ser tratada. Tanto la zona de seguridad 4 como las zonas de entrada monitoreadas 5 se activan a través del controlador del robot en función del modo operativo seleccionado y dependiendo de acciones del robot correspondientes al modo operativo activo, con la ayuda de sensores, cada uno de los cuales conforma un sistema de sensor de seguridad y, en particular, reacciona cuando un trabajador u operador 2 ingresa a la zona de seguridad 4. Estas acciones pueden consistir en que el robot 1 entre en interacción con el trabajador u operador que ingresa 2; el robot 1 reduzca su velocidad de trabajo; el robot 1 se detenga y/o el robot 1 regrese a su posición de reposo. Pero también pueden ser activadas otras acciones por los sensores de seguridad.

45 La figura 1 muestra una primera forma de interacción de la interacción humano-robot, en la cual hay una separación espacial y temporal de los dos componentes humano 2 y robot 1 y el sistema de interacción del robot está en modo totalmente automático o de telemanipulación; en donde en este último caso el operador 2 controla el robot 1 manualmente con la ayuda de una consola de operador 3. En la tarea operativa representada en la figura 1, del encendido del canal de colada, el robot 1 realiza esta tarea de encendido, ya que esta actividad está asignada al robot 1 debido al potencial de riesgo asociado con ella. El robot 1 enciende el canal de colada de forma completamente independiente, en ausencia del operador 2, es decir, mientras el operador 2 está fuera de la zona de seguridad monitoreada 4. En casos excepcionales, también es concebible un encendido del canal de colada por telemanipulación. En este caso, el operador 2, que todavía se encuentra fuera de la zona de seguridad 4, controla el



- robot 1 por medio de su consola de operador 3. Dado que, en esta forma de interacción, el trabajador/ operario 2 está fuera del espacio de movimiento y de trabajo del robot 1 (y por lo tanto, por fuera del área de seguridad monitoreada 4) el controlador, en particular, en la forma del control seguro mencionado anteriormente o del control de seguridad puede mover el robot 1 a toda velocidad de trabajo. Esto continúa hasta que el sistema de seguridad de sensor que monitorea la zona de seguridad 4 y/o la zona de entrada 5 o el sistema de sensor de seguridad asignado detecta la presencia de personas. Cuando una persona, por ejemplo, un trabajador 2, ingresa a la zona de seguridad monitoreada 4 o pasa a través de la zona de entrada monitoreada 5, el robot 1 tiene suficiente tiempo para ejecutar el ajuste del proceso de fundido que es realizado por el controlador del robot y para detenerse o detener el proceso de trabajo del momento.
- 5
- 10 La figura 2 muestra, como una segunda forma de interacción, la separación temporal del robot 1 y el trabajador/ operario 2; en donde no se presenta separación espacial, ya que tanto el robot 1 como el trabajador/ operario 2 están ubicados en la zona de seguridad monitoreada 4. En esta posición, el robot 1 funciona preferentemente en el modo operativo semiautomático. En este posicionamiento, se realiza el proceso operativo de abrir una caja deslizante. Esta tarea operativa no es ergonómicamente estresante ni peligrosa para el operador 2, por otro lado, el esfuerzo sensorial que implicaría equipar un robot 1 de tal manera que pueda realizar esta tarea operativa de manera totalmente automática sería muy elevado. De acuerdo con la filosofía en la que se basa y explica el sistema de interacción del robot, para esta tarea operativa se selecciona un modo operativo en el cual el operador o el trabajador 2 realiza dicha tarea mientras el robot 1 permanece detenido de forma segura.
- 15
- 20 La figura 3 muestra, como una tercera forma de interacción, la cooperación temporal y espacial conjunta del robot 1 y el operador 2, de modo que no hay una separación espacial ni temporal entre el robot 1 y el operador 2. En esta forma de interacción, en el ejemplo de ejecución, el modo operativo es semiautomático o manual, mediante el cual se realiza la tarea de insertar una nueva placa deslizante en la base de un caldero de acero 9. Ya que una placa deslizante presenta un peso considerable, este proceso de insertar una nueva placa deslizante sería problemático para un operador humano 2 desde un punto de vista ergonómico. Por otro lado, la inserción de la placa deslizante en la base del caldero de acero 9, sin embargo, requiere una percepción precisa de las condiciones del lugar. A causa de estas condiciones básicas, ahora se realiza una interacción humano-robot, en este caso a través de un sistema de interacción de robot, de tal manera que el robot 1 en presencia del trabajador 2 en su espacio de movimiento transporta la placa deslizante hasta la cercanía inmediata del caldero de acero 9 y después el operador 2 controla el robot 1 mediante control manual a través de su consola de operador 3, de modo que el robot controlado por el operador 2 e inserta la placa deslizante en la caja deslizante en la base del caldero de acero 9 para finalizar esta tarea u operación.
- 25
- 30

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de interacción de robot, que está dispuesto en una instalación metalúrgica o de laminación y allí asociado a una estación de trabajo o zona de trabajo, para la ejecución de tareas con división de trabajo entre un robot (1) y un trabajador humano (2) en interacción temporal y espacial en la zona de trabajo y de movimiento del robot (1) en la estación de trabajo o la zona de trabajo en un dispositivo o una instalación metalúrgica o de laminación;

10 en donde el sistema de interacción de robot comprende el robot (1) con su zona de trabajo y movimiento; un sistema de sensores de seguridad con las funciones de la detección de presencia humana y el monitoreo de la estación de trabajo para condiciones peligrosas; un controlador de robot y una interfaz humano-robot, que a través de un control manual o de un control por voz permite la ejecución de diferentes modos de funcionamiento y modos operativos como la respectiva forma de interacción entre la persona (2) y el robot (1);

15 en donde el controlador del robot presenta la interfaz humano-robot y los modos de funcionamiento y modos operativos que influyen en el modo de acción de la interfaz humano-robot; y los modos de funcionamiento y modos operativos correspondientes a los requisitos de la respectiva estación de trabajo están almacenados o bien directamente en el controlador del robot o en elementos de memoria que interactúan con el controlador del robot;

20 en donde un modo de funcionamiento o un modo operativo representa respectivamente la secuencia en la cual el trabajador humano (2) y el robot (1) realizan conjuntamente la respectiva tarea de trabajo en una interacción humano-robot; en donde el sistema de interacción de robot se adapta para ello a la estación de trabajo o la respectiva zona de trabajo y se determinan los modos de funcionamiento y los modos operativos requeridos para la tarea de trabajo específica en base a un análisis de los procesos de trabajo y las actividades individuales que se realizan en la estación de trabajo o la respectiva zona de trabajo;

25 en donde el sistema de sensor de seguridad comprende un sensor o una combinación de sensores y detecta y monitorea la presencia del trabajador humano (2) en una zona de seguridad (4) y/o zona de entrada (5) asignada a la zona de trabajo del robot (1); en donde las señales determinadas y procesadas por los sensores y el sistema de sensor de seguridad se envían al controlador del robot y el sistema de sensor de seguridad o un sistema de sensores asociado al mismo reacciona cuando un trabajador humano (2) ingresa a la zona de seguridad (4) y/o a la zona de entrada (5) y acciona correspondientes acciones robóticas a través del controlador del robot, en función de un modo de funcionamiento respectivamente seleccionado y en función del modo operativo activo;

30 en donde los modos de funcionamiento y los modos operativos que adaptan el robot (1) a diferentes funcionalidades y/o tareas operativas se activan y desactivan en el controlador del robot o se almacenan o representan en elementos de memoria que actúan conjuntamente con el controlador del robot de tal manera que el sistema de interacción de robot tiene acceso a ellos y puede funcionar en los diferentes modos de funcionamiento y modos operativos en cualquier cambio, de manera que el robot (1) se adapta a diferentes funcionalidades y/o tareas operativas mediante el modo de funcionamiento o modo operativo activado o desactivado;

35 en donde los modos de funcionamiento y los modos operativos del controlador del robot están adaptados a diferentes grados de automatización del robot (1) y/o a diferentes posiciones temporales y/o espaciales de los socios de interacción persona (2) y robot (1) en un espacio de trabajo, de tal manera que los mismos comprenden un funcionamiento automatizado del robot (1) y modos de funcionamiento y modos operativos en cuya aplicación tiene lugar una interacción técnica entre humanos (2) y robots (1), en la cual los humanos (2) y los robots (1) están juntos temporal y espacialmente en la zona de trabajo y de movimiento del robot (1), o en la cual la persona (2) y el robot (1) están temporalmente uno detrás del otro en la misma zona espacial de la zona de movimiento o zona de trabajo del robot (1), o en la cual el robot (1) y la persona (2) se encuentran en posiciones espacialmente separadas y, en particular, también actúan en diferentes momentos y, sin embargo, trabajan juntos en interacción para la realización de una tarea común.

45 2. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de interacción de robot según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema de interacción de robot está conectado a un sistema superior de control de proceso que está asociado a la respectiva instalación metalúrgica o de laminación, en donde el modo de funcionamiento del momento del respectivo robot (1), el progreso de trabajo de la actividad a ejecutar por el robot (1) en la respectiva estación de trabajo o zona de trabajo y/o los resultados de detección detectados por sensores, que suministran los sensores dispuestos en el respectivo robot (1) o en el entorno del respectivo robot (1), se transmiten y notifican mediante señales al sistema de control de proceso superior.

55 3. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de interacción de robot según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque al controlador del robot se suministran señales del sistema de sensor de seguridad, que monitorea una delimitación segura de una zona de protección de robot que se modifica en relación con la estación de trabajo y/o la tarea y genera dicha delimitación en forma de paredes virtuales.

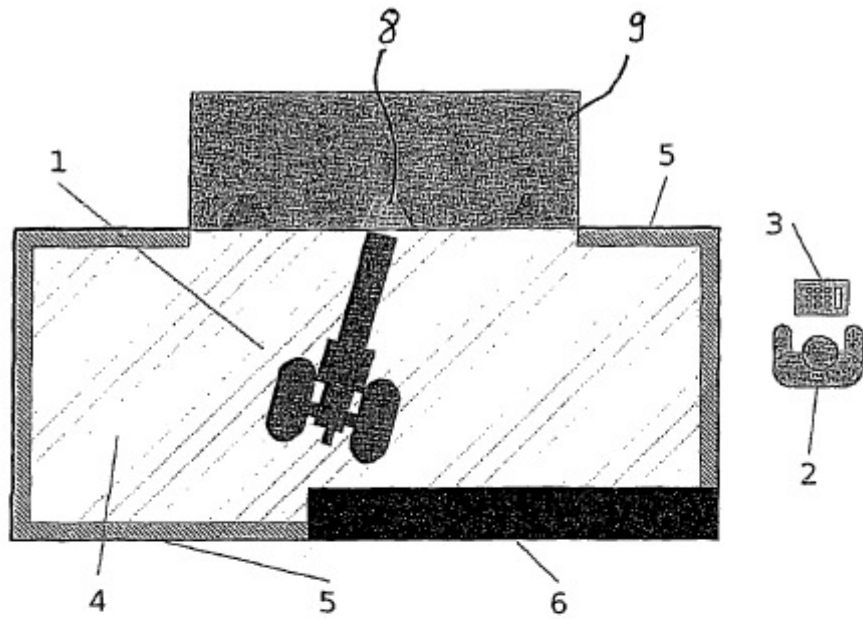


Fig. 1

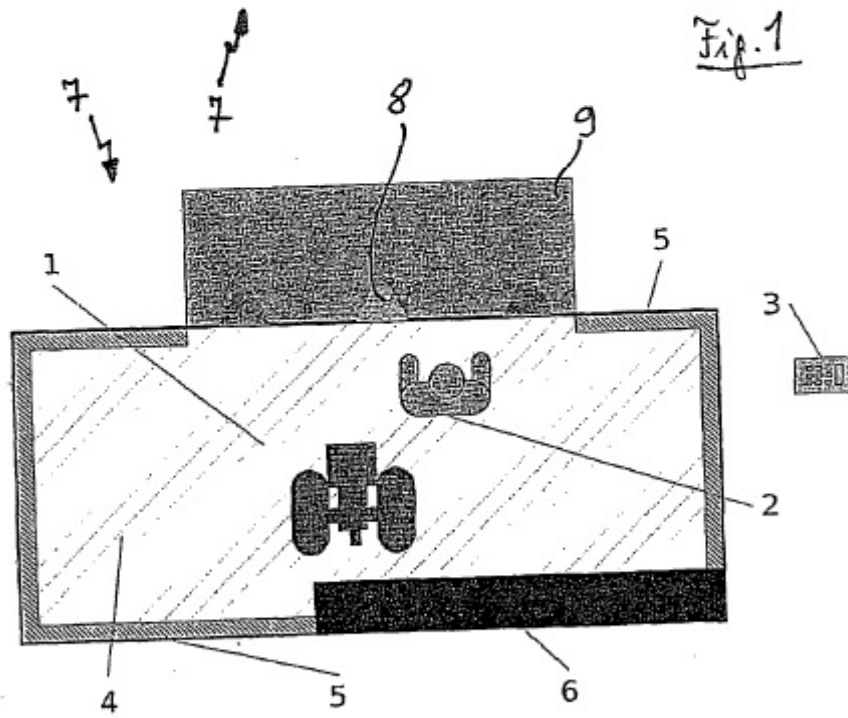


Fig. 2

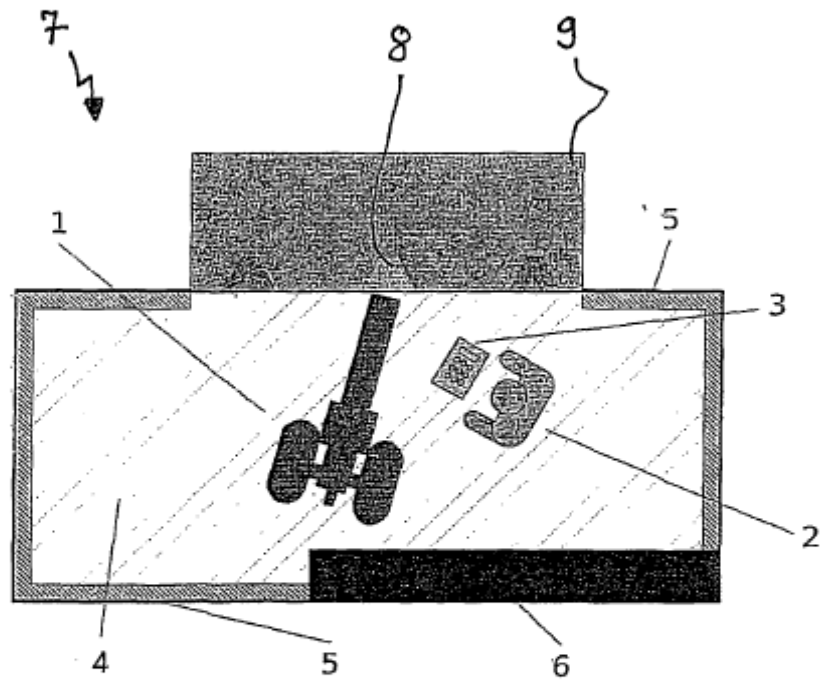


Fig. 3