

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 919 649**

51 Int. Cl.:

B25J 9/00	(2006.01)
B25J 13/08	(2006.01)
B25J 19/02	(2006.01)
B25J 9/16	(2006.01)
B25J 15/00	(2006.01)
B25J 19/06	(2006.01)
B25H 1/02	(2006.01)
F16P 3/14	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2019 PCT/GB2019/051694**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.12.2019 WO19243797**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2019 E 19730909 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2022 EP 3810374**

54 Título: **Sistema de banco de trabajo**

30 Prioridad:

19.06.2018 GB 201810011
19.06.2018 EP 18178480

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.07.2022

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

HOLMES, DAVID, SAMUEL, JOHN;
KNOTT, MARTIN y
MIDDLETON, DANIEL, JAMES

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 919 649 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 banco de trabajo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a bancos de trabajo, que incluyen, pero no se limitan a, bancos de trabajo asistidos que comprenden sistemas de robots colaborativos para la colaboración de robots y humanos.

10 Antecedentes

Los usuarios humanos emplean a menudo mesas de trabajo o bancos de trabajo para trabajar, reparar, ensamblar o desensamblar muchos artículos diferentes.

15 Los bancos de trabajo asistidos varían desde sistemas relativamente simples, en los que los bancos de trabajo pueden equiparse con manipuladores de componentes que pueden controlarse numéricamente por ordenador, hasta sistemas inteligentes relativamente más complejos que pueden incluir tecnologías más avanzadas.

20 En los últimos años ha aumentado el uso de robots colaborativos que comparten espacios de trabajo con humanos. Los robots colaborativos están diseñados para trabajar con humanos o cerca de ellos para permitir que humanos y robots colaboren para completar tareas. Tales tareas incluyen, pero no se limitan a, tareas de fabricación y ensamblaje de vehículos (por ejemplo, aeronaves). Los humanos pueden trabajar dentro o cerca del espacio de trabajo del robot.

25 El documento EP2783815 divulga un sistema de robot que incluye un robot, un dispositivo de control y un dispositivo de proyección. El dispositivo de control está configurado para recibir información de área sobre un área que define una operación del robot. El dispositivo de proyección está configurado para proyectar el área sobre un objeto adyacente al robot en base a la información de área recibida por el dispositivo de control.

30 El documento US2014/207285 divulga un sistema de monitoreo que monitorea la entrada de un objeto en un área circundante de un robot. El sistema de monitoreo incluye una sección de irradiación de luz visible, una sección de sensor y una unidad de control de monitoreo.

35 El documento US2017/305019 divulga una estación de trabajo manual, en particular una estación de trabajo manual para la fabricación y/o una estación de trabajo manual para el empaque, que comprende un área de trabajo accesible a un trabajador, la estación de trabajo manual que tiene al menos un brazo robótico, la estación de trabajo manual que tiene un dispositivo de seguridad, que está diseñado de tal manera que el brazo robótico coopera sin contacto con el trabajador en el área de trabajo.

40 El documento US2015/352719 divulga un aparato que comprende una unidad de contención configurada para contener datos relacionados con un trabajador; una unidad de obtención configurada para obtener datos de medición para reconocer al trabajador; una unidad de reconocimiento configurada para reconocer al trabajador en base a los datos relacionados con el trabajador y los datos de medición; una unidad de determinación configurada para determinar información de trabajo sobre un trabajo que el trabajador y un robot realizan juntos en un objeto de destino, correspondiente al trabajador reconocido, en base a una característica física del trabajador reconocido; y una unidad de control configurada para controlar el robot en base a la información de trabajo para que el trabajador y el robot realicen un trabajo en el objeto de destino juntos.

45 El documento US2012265345 divulga un sistema de robot y una parte de control que está configurada para controlar un robot para agarrar un objeto que se va a agarrar por porción parte de agarre, y controlar una primera porción de imagen para examinar el objeto que se va a agarrar mientras se acciona un brazo robótico para cambiar una postura del objeto a agarrar varias veces.

55 Resumen de la invención

En un primer aspecto, la presente invención proporciona un sistema de banco de trabajo de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende: un banco de trabajo; un robot multieje que comprende un efector final para sujetar un objeto; un proyector de luz visible; una cámara; y un controlador. El banco de trabajo y el robot están localizados en un espacio de trabajo común. El controlador está configurado para: determinar una operación de movimiento para el robot; y, usando la operación de movimiento determinada, controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible sobre al menos una de una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo. La indicación de luz visible indica un área limitada del banco de trabajo y/o del espacio de trabajo, el área limitada que corresponde a un volumen de espacio limitado. La operación de movimiento es de manera que, si el robot realiza la operación de movimiento, el robot se mueve completamente dentro solamente del volumen de espacio limitado. El controlador está configurado además para: controlar el robot de manera que el robot presente a la cámara múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final; controlar la cámara para capturar imágenes

de múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final; y realizar un proceso de validación utilizando las imágenes capturadas por la cámara. El proyector de luz visible puede configurarse para proyectar una indicación de luz visible sobre el objeto sujeto por el efector final.

5 El volumen de espacio limitado puede estar completamente por encima del área limitada del banco de trabajo y/o espacio de trabajo.

10 El sistema de banco de trabajo puede comprender además: uno o más sensores configurados para detectar la presencia de un usuario dentro del volumen de espacio limitado; en donde el controlador está configurado para controlar el robot para que realice la operación de movimiento en respuesta a la determinación, usando mediciones de uno o más sensores, de que el usuario no está dentro del espacio.

15 El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible sobre el objeto sujeto por el efector final.

20 El controlador puede configurarse además para determinar una tarea a realizar por un usuario usando el sistema de banco de trabajo, y controlar el robot en base a la tarea determinada. El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar el indicador de luz visible sobre el objeto, el indicador de luz visible se basa en la tarea determinada. El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible adicional sobre una superficie del banco de trabajo, el indicador de luz visible adicional se basa en la tarea determinada. El sistema de banco de trabajo puede comprender además un sistema de sensores que comprende uno o más sensores, el sistema de sensores configurado para identificar a un usuario en el espacio de trabajo. El controlador puede configurarse además para determinar la tarea en base a la identidad del usuario. El uno o más sensores pueden configurarse para adquirir un identificador de usuario para identificar al usuario desde un dispositivo móvil que lleva el usuario, en donde el dispositivo móvil es un dispositivo móvil seleccionado del grupo de dispositivos móviles que consiste en un dispositivo móvil que se lleva en el cuerpo, y una etiqueta de identificación por radiofrecuencia. El sistema de banco de trabajo puede comprender además un visualizador. El controlador puede configurarse además para controlar el visualizador en base a la tarea determinada.

30 La cámara puede ser una cámara de detección de luz visible

35 El sistema de banco de trabajo puede comprender un contenedor, el contenedor que comprende una pluralidad de compartimentos. El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible sobre el contenedor, para indicar de esta manera un compartimento específico de la pluralidad de compartimentos.

El proyector de luz visible puede comprender un proyector láser.

40 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método para un sistema de banco de trabajo de acuerdo con la reivindicación 14, el sistema de banco de trabajo que comprende un banco de trabajo, un robot multieje que comprende un efector final para sujetar un objeto, un proyector de luz visible, una cámara y un controlador, el banco de trabajo y el robot se localizan en un espacio de trabajo común. El método comprende: determinar, por el controlador, una operación de movimiento para el robot, la operación de movimiento es de manera que el robot presenta a la cámara múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final; usar la operación de movimiento determinada, controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible sobre al menos una de una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo; controlar, por el controlador, el robot para realizar la operación de movimiento; controlar, por el controlador, la cámara para capturar imágenes de las múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final; y realizar, por el controlador, un proceso de validación utilizando las imágenes capturadas por la cámara. La indicación de luz visible indica un área limitada del banco de trabajo y/o del espacio de trabajo, el área limitada que corresponde a un volumen de espacio limitado. La operación de movimiento es de manera que, si el robot realiza la operación de movimiento, el robot se mueve completamente dentro solamente del volumen de espacio limitado.

55 El método puede comprender además determinar, por el controlador, si un usuario está dentro del volumen de espacio limitado. El control del robot para realizar la operación de movimiento se puede realizar en respuesta a la determinación de que el usuario no está dentro del espacio.

60 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un sistema de banco de trabajo que comprende un banco de trabajo, un robot multieje, un proyector de luz visible y un controlador. El banco de trabajo y el robot están localizados en un espacio de trabajo común. El controlador está configurado para determinar una operación de movimiento para el robot y, usar la operación de movimiento determinada, controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible sobre al menos una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo. La indicación de luz visible indica un área limitada del banco de trabajo y/o del espacio de trabajo, el área limitada que corresponde a un volumen de espacio limitado. La operación de movimiento es de manera que, si el robot fuera a realizar la operación de movimiento (por ejemplo, bajo el control del controlador), el robot se movería completamente dentro solamente del volumen de espacio limitado.

El volumen de espacio limitado puede estar completamente por encima del área limitada del banco de trabajo y/o espacio de trabajo.

5 El sistema de banco de trabajo puede comprender además uno o más sensores configurados para detectar la presencia de un usuario dentro del volumen de espacio limitado. El controlador puede configurarse para controlar el robot para que realice la operación de movimiento en respuesta a la determinación, usando mediciones de uno o más sensores, de que el usuario no está dentro del espacio.

10 El robot puede comprender un efector final para sujetar un objeto. El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible sobre el objeto sujeto por el efector final.

El controlador puede configurarse además para determinar una tarea a realizar por un usuario usando el sistema de banco de trabajo y controlar el robot en base a la tarea determinada.

15 El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar el indicador de luz visible sobre el objeto, el indicador de luz visible se basa en la tarea determinada. El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible adicional sobre una superficie del banco de trabajo, el indicador de luz visible adicional se basa en la tarea determinada.

20 El sistema de banco de trabajo puede comprender además un sistema de sensores que comprende uno o más sensores, el sistema de sensores configurado para identificar a un usuario en el espacio de trabajo. El controlador puede configurarse además para determinar la tarea en base a la identidad del usuario. El uno o más sensores pueden configurarse para adquirir un identificador de usuario para identificar al usuario desde un dispositivo móvil que lleva el usuario, en donde el dispositivo móvil es un dispositivo móvil seleccionado del grupo de dispositivos móviles que consiste en un dispositivo móvil que se lleva en el cuerpo, y una etiqueta de identificación por radiofrecuencia.

25 El sistema de banco de trabajo puede comprender además un visualizador. El controlador puede configurarse además para controlar el visualizador en base a la tarea determinada.

30 El sistema de banco de trabajo puede comprender además una cámara. El robot puede comprender un efector final para sujetar un objeto. El controlador puede configurarse además para controlar el robot de manera que el robot presente múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final a la cámara, controlar la cámara para capturar imágenes de múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final, y realizar un proceso de validación utilizando las imágenes capturadas por la cámara.

35 El sistema de banco de trabajo puede comprender un contenedor que tenga una pluralidad de compartimentos. El controlador puede configurarse además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible sobre el contenedor, para indicar de esta manera un compartimento específico de la pluralidad de compartimentos.

El proyector de luz visible puede comprender un proyector láser o un proyector basado en lámpara.

45 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un sistema de banco de trabajo que comprende un banco de trabajo, un robot multieje, un proyector de luz visible y un controlador. El banco de trabajo y el robot están localizados en un espacio de trabajo común. El controlador puede configurarse para controlar el robot para mover el robot en relación con el banco de trabajo, a través de un espacio, y controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible del espacio en al menos una de una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo. El controlador puede configurarse para controlar el robot para mover el robot a lo largo de una trayectoria, y controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible de la trayectoria sobre al menos una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo.

50 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método para un sistema de banco de trabajo. El sistema de banco de trabajo comprende un banco de trabajo, un robot multieje, un proyector de luz visible y un controlador, el banco de trabajo y el robot se localizan en un espacio de trabajo común. El método comprende: determinar, por el controlador, una operación de movimiento para el robot y, utilizando la operación de movimiento determinada, controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible sobre al menos una de una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo. La indicación de luz visible indica un área limitada del banco de trabajo y/o del espacio de trabajo, el área limitada que corresponde a un volumen de espacio limitado. La operación de movimiento es de manera que, si el robot realiza la operación de movimiento, el robot se mueve completamente dentro solamente del volumen de espacio limitado.

Breve descripción de los dibujos

65 La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista en perspectiva de un sistema de banco de trabajo asistido;

La Figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista frontal del sistema de banco de trabajo asistido; y

5 La Figura 3 es un diagrama de flujo de proceso que muestra ciertos pasos de un método para realizar una tarea utilizando el sistema de banco de trabajo.

Descripción detallada

10 La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista en perspectiva de un sistema de banco de trabajo asistido 100.

La Figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista frontal del sistema de banco de trabajo asistido 100.

15 En esta realización, el sistema 100 comprende dos bancos de trabajo 102 posicionados sustancialmente uno al lado del otro, un robot 104 localizado entre los dos bancos de trabajo 102 y un controlador 106. Los bancos de trabajo 102 pueden considerarse bancos de trabajo o mesas en las que el usuario realiza trabajos mecánicos o prácticos.

20 En esta realización, cada banco de trabajo 102 comprende una superficie del banco 108 que tiene una superficie superior y una superficie inferior, uno o más conjuntos de patas 110 unidos a la superficie inferior de la superficie del banco 108, un contenedor de componentes 112 acoplado a la superficie superior de la superficie del banco 108, un visualizador 114 acoplado a la superficie superior de la superficie del banco 108 y sujeto por encima de la superficie del banco 108 a través de un armazón 116, y un sistema óptico 118 montado en el armazón 116. Uno o ambos bancos de trabajo 102 comprenden uno o más sensores 120.

25 Las superficies del banco 108 proporcionan superficies sustancialmente planas sobre las que un usuario 122 realiza trabajo en un artículo, por ejemplo, realiza operaciones de reparación, ensamble, desensamble y/o mantenimiento, y similares.

30 Los conjuntos de patas 110 están configurados para elevar las superficies del banco 108 por encima de la superficie del suelo o de la tierra. Los conjuntos de patas 110 son ajustables (por ejemplo, altura ajustable) de manera que la altura de las superficies del banco 108 por encima de la superficie de la tierra puede variar. El controlador 106 está configurado para controlar los conjuntos de patas 110.

35 Cada uno de los contenedores de componentes 112 comprende una pluralidad respectiva de compartimentos. En esta realización, cada compartimento comprende una pluralidad de un tipo respectivo de componente o consumible para uso del usuario 122 cuando realiza una tarea, por ejemplo, trabaja en un artículo. Preferiblemente, cada compartimento se compone de un contenedor de componente dado 112 que contiene un tipo diferente de componente. Preferiblemente, los contenedores de componentes 112 están dispuestos sustancialmente de manera idéntica, es decir, de manera que los compartimentos correspondientes de los dos contenedores de componentes 40 112 contienen el mismo tipo de componentes. Los ejemplos de componentes y consumibles que pueden incluirse en los contenedores de componentes 112 incluyen, pero sin limitarse a, sujetadores, clips, juntas, ojales, tuberías, cableados eléctricos, remaches, conductos, soportes, tuercas de anclaje, abrazaderas y adhesivos.

45 En esta realización, cada compartimento comprende un indicador respectivo, por ejemplo, un emisor de luz tal como un diodo emisor de luz (LED). Como se describe con más detalle más adelante con referencia a la Figura 3, estos indicadores están configurados para activarse de manera que indiquen al usuario 122 de qué compartimento debe seleccionarse un componente para una operación actual. El controlador 106 está configurado para controlar los indicadores.

50 En esta realización, los visualizadores 114 son visualizadores con pantalla táctil en los que se puede presentar información al usuario 122 y mediante el uso de los cuales el usuario 122 puede introducir información. Los visualizadores 114 están acoplados operativamente al controlador 106, por ejemplo, a través de un enlace cableado o inalámbrico, de manera que el controlador 106 pueda controlar la información visualizada en los visualizadores 55 114 y de manera que las entradas del usuario recibidas por los visualizadores se envíen al controlador 106.

Los armazones 116 están configurados para elevar los visualizadores 114 por encima de las superficies superiores de las superficies del banco 108. En algunas realizaciones, los armazón 116 son ajustables (por ejemplo, de altura ajustable) de manera que la altura de los visualizadores 114 por encima de las superficies del banco 108 puede 60 variar. El controlador 106 puede configurarse para controlar los armazones 116.

65 Cada sistema óptico 118 está acoplado a un armazón respectivo 116 y, como tal, su altura sobre la superficie del banco 108 puede ajustarse controlando ese armazón 116. Cada sistema óptico 118 comprende un proyector óptico 124 y una cámara 126. Los proyectores ópticos 124 son proyectores configurados para proyectar luz visible, por ejemplo, proyectores de luz láser o proyectores basados en lámparas, sobre otros componentes del sistema 100 (por ejemplo, sobre las superficies del banco 108 y/u objetos sobre las mismas, tales como artículos en los que

trabaja el usuario 122) y el área circundante (por ejemplo, sobre el suelo, las paredes y/o el techo del espacio de trabajo en el que funciona el sistema 100). Los proyectores láser tienden a ser muy precisos y tienden a ser capaces de proporcionar indicaciones al usuario 122 con un alto grado de precisión. Los proyectores basados en lámparas tienden a permitir que se presente una gran cantidad de información o imágenes gráficas. El controlador 106 está configurado para controlar los proyectores ópticos 124. Las cámaras 126 son cámaras de detección de luz visible configuradas para capturar imágenes de otros componentes del sistema 100 (por ejemplo, de las superficies del banco 108 y/u objetos sobre las mismas, tales como artículos en los que trabaja el usuario 122), y entidades dentro del espacio de trabajo en el que el sistema 100 funciona, tal como el usuario 122. El controlador 106 está configurado para controlar las cámaras 126. El controlador 106 está acoplado, por ejemplo, a través de un enlace cableado o inalámbrico, a las cámaras 126 de manera que las imágenes capturadas por las cámaras 126 pueden enviarse al controlador 106 e interrogarse para validar la imagen frente a un buen estándar conocido.

Los sensores 120 incluyen uno o más sensores configurados para detectar la presencia del usuario 122 dentro del espacio de trabajo, es decir, cerca del sistema de banco de trabajo 100. Los sensores 120 están configurados para identificar al usuario 122. En particular, en esta realización, el usuario 122 lleva un reloj inteligente 128 en su muñeca. El reloj inteligente 128 puede ser un reloj inteligente convencional. El reloj inteligente 128 es un dispositivo móvil que comprende un visualizador con pantalla táctil. El reloj inteligente 128 almacena datos que pueden usarse para identificar al usuario 122. Los sensores 120 incluyen uno o más sensores configurados para adquirir información que identifica al usuario 122 del reloj inteligente 128. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el reloj inteligente 128 transmite una señal a uno o más sensores 120 que incluye un identificador para el usuario 122. En algunas realizaciones, uno o más sensores 120 interrogan al reloj inteligente 128 y recuperan un identificador para el usuario 122.

En algunas realizaciones, el usuario 122 puede llevar una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que almacena electrónicamente información relacionada con el usuario 22 (por ejemplo, un identificador de usuario, que puede identificar al usuario de manera única), y los sensores 120 incluyen un lector RFID configurado para interrogar la etiqueta RFID.

El controlador 106 está configurado para controlar los sensores 120. El controlador 106 está acoplado, por ejemplo, a través de un enlace por cable o inalámbrico, a los sensores 120 de manera que la información adquirida por los sensores 120 (es decir, las mediciones del sensor) se puede enviar al controlador 106.

En esta realización, el robot 104 (que también puede denominarse brazo robótico) es un robot articulado de seis ejes. El robot 104 comprende un efector final 130. El efector final 130 comprende una pinza.

El robot 104 y el usuario humano 122 comparten un espacio de trabajo común. Tanto el robot 104 como el humano 122 pueden moverse dentro del espacio de trabajo común. El robot 104 es un robot colaborativo o "cobot".

En esta realización, el controlador 106 comprende uno o más procesadores configurados para procesar la información recibida (tales como imágenes de cámaras, mediciones de sensores y entradas de usuarios) y para controlar los diversos elementos del sistema de banco de trabajo 100. Como se describe con más detalle más adelante con referencia a la Figura 3, el controlador 106 puede recibir información de los bancos de trabajo 102, el robot 104, el usuario 122 y/o el reloj inteligente 128. Como se describe con más detalle más adelante con referencia a la Figura 3, el controlador 106 puede enviar información (tal como una señal de control para controlar) a los bancos de trabajo 102, el robot 104 y/o el reloj inteligente 128.

El controlador 106 puede proporcionarse configurando o adaptando cualquier aparato adecuado, por ejemplo, uno o más ordenadores u otros aparatos de procesamiento o procesadores, y/o proporcionando módulos adicionales. El aparato puede comprender un ordenador, una red de ordenadores, o uno o más procesadores, para implementar instrucciones y usar datos, incluidas instrucciones y datos en forma de un programa de ordenador o una pluralidad de programas de ordenador almacenados en un medio de almacenamiento legible por máquina tal como la memoria del ordenador, un disco de ordenador, ROM, PROM, etc., o cualquier combinación de estos u otros medios de almacenamiento.

La Figura 3 es un diagrama de flujo del proceso que muestra ciertos pasos de un método del usuario 122 que realiza una tarea asistida por el sistema de banco de trabajo 100.

Cabe señalar que algunos de los pasos del proceso representados en el diagrama de flujo de la Figura 3 y descritos a continuación pueden omitirse o tales pasos del proceso pueden realizarse en un orden diferente al que se presenta a continuación y se muestra en la Figura 3. Además, aunque todos los pasos del proceso se han representado, por comodidad y facilidad de comprensión, como pasos secuenciales temporales discretos, algunos de los pasos del proceso pueden, de hecho, realizarse simultáneamente o al menos superponerse en cierta medida temporalmente.

En el paso s2, el usuario 122 se acerca al sistema de banco de trabajo 100. El usuario 122 entra en el espacio de trabajo en el que se localiza el sistema de banco de trabajo 100 y en el que debe trabajar el usuario 122.

En el paso s4, el usuario 122 inicia sesión en el sistema de espacio de trabajo 100. En esta realización, el identificador de usuario almacenado en el reloj inteligente 128 del usuario se adquiere por uno o más sensores 120 y se transfiere desde el uno o más sensores 120 al controlador 106.

5 En otras realizaciones, el usuario 122 puede iniciar sesión en el sistema 100 de una manera diferente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el usuario puede ingresar una entrada de usuario (por ejemplo, un nombre de usuario y una contraseña) en el sistema 100 usando uno de los visualizadores con pantalla táctil 114. En algunas realizaciones, el uno o más sensores 120 adquieren el identificador de usuario almacenado por una etiqueta RFID que lleva el usuario 122 y transfieren ese identificador de usuario al controlador 106. En algunas realizaciones, el controlador 106 identifica al usuario 122 realizando un proceso de reconocimiento facial usando imágenes del usuario 122 tomadas por una cámara 126. En algunas realizaciones, el controlador 106 identifica al usuario 122 realizando un proceso de reconocimiento de voz usando una grabación de la voz del usuario tomada por un sistema de audio del sistema 100.

15 Por lo tanto, el usuario 122 es identificado por el controlador 106.

En el paso s6, utilizando el identificador de usuario, el controlador 106 accede a un perfil de usuario digital del usuario 122. El perfil de usuario digital del usuario 122 puede almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o puede almacenarse de manera remota desde el controlador 106 y accederse a través de una red, por ejemplo, Internet o una red de área local (LAN).

20 En esta realización, el perfil de usuario comprende un llamado "pasaporte de formación digital" del usuario 122. El pasaporte de formación digital del usuario 122 almacena información de habilidades y competencias para el usuario 122. Más específicamente, en esta realización, el pasaporte de formación digital almacena una lista de las habilidades que ha adquirido el usuario 122, una lista de las competencias del usuario y una lista de los programas de formación que ha completado el usuario 122.

25 El pasaporte de formación digital del usuario 122 también puede almacenar, o utilizarse para determinar o adquirir, uno o más permisos del usuario 122. Estos permisos pueden definir a qué funciones del sistema de banco de trabajo 100 el usuario 122 puede acceder o utilizar. Estos permisos pueden ser usados, por ejemplo, por el controlador 106, para habilitar, permitir, deshabilitar o limitar la funcionalidad seleccionada del sistema de banco de trabajo 100.

30 En esta realización, el perfil de usuario comprende un registro, es decir, un registro, de tareas completadas por el usuario 122 usando el sistema 100, y fechas y horas en las que se realizaron esas tareas. Esto puede considerarse como un "registro de asistencia" para el usuario 122. Este registro puede estar limitado a un período de tiempo predefinido, por ejemplo, el último año, o los últimos seis meses, etc.

35 En esta realización, el perfil de usuario comprende las preferencias del usuario para el usuario 122. Las preferencias del usuario pueden especificarse para cada una de una pluralidad de tareas diferentes. Los ejemplos de preferencias del usuario pueden incluir, pero sin limitarse a, una altura preferida para la superficie del banco 108, una altura preferida para el visualizador 114, una mano preferida (por ejemplo, zurdo o diestro), un nivel de iluminación preferido para el sistema 100, opciones de visualización preferidas y opciones de audio preferidas. Las preferencias del usuario pueden depender de la tarea, es decir, puede haber un conjunto respectivo de preferencias del usuario (por ejemplo, altura de la superficie del banco, altura del visualizador, etc.) para cada una de una pluralidad de tareas diferentes que el usuario puede realizar usando el sistema 100.

40 En el paso s8, el controlador 106 determina una tarea a realizar por el usuario 122. En algunas realizaciones, se determina una secuencia de tareas a realizar por el usuario 122.

45 En esta realización, el controlador 106 determina la tarea a realizar en base al conocimiento de una orden de trabajo, que puede especificar uno o más objetos (es decir, productos) que se van a producir. Este conocimiento de la orden de trabajo puede almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o puede recibirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo, Internet o una LAN. El controlador 106 compara la orden de trabajo con el perfil de usuario digital del usuario 122 adquirido en el paso s6 para seleccionar uno o más objetos de la orden de trabajo que el usuario 122 tiene las habilidades y competencias apropiadas para producir. El controlador 106 también puede tener en cuenta el tipo y la cantidad de componentes y consumibles almacenados en los contenedores 112 para garantizar de esta manera que el tipo y la cantidad correctos de componentes y consumibles para la(s) tarea(s) seleccionada(s) estén disponibles para el usuario 122. Esta información relativa a los componentes y consumibles puede almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o puede recibirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo, Internet o una LAN.

50 En el paso s10, en base a las preferencias del usuario adquiridas y, opcionalmente, la tarea determinada, el controlador 106 controla uno o más de los bancos de trabajo 102. Este control puede depender de la tarea determinada. Más específicamente, en esta realización, las preferencias del usuario especifican qué banco de trabajo 102 prefiere el usuario 122 para la realización de tareas (es decir, el banco de trabajo 102 en el lado derecho

del robot 104 o el banco de trabajo 102 en el lado izquierdo del robot 104). Este banco de trabajo preferido 102 puede determinarse por el controlador 106 a partir del manejo manual del usuario 122 especificado en las preferencias del usuario. El controlador 106 controla los conjuntos de patas 110 del banco de trabajo preferido 102 para ajustar la altura de la superficie del banco 108 del banco de trabajo preferido 102. De esta manera, la superficie del banco 108 del banco de trabajo preferido 102 se mueve a una altura preferida sobre el suelo como se especifica en las preferencias del usuario. El controlador 106 puede controlar el armazón 116 del banco de trabajo preferido 102 para ajustar la altura del visualizador 114 del banco de trabajo preferido 102. De esta manera, el visualizador 114 del banco de trabajo preferido 102 se mueve a una altura preferida sobre el suelo (o sobre la superficie del banco 108) como se especifica en las preferencias del usuario.

En algunas realizaciones, el controlador 106 puede controlar una salida del visualizador 114 del banco de trabajo preferido 102 en base a las preferencias del usuario. Por ejemplo, el brillo, el contraste, el volumen, el diseño de la información, el formato del texto, el tamaño del texto, etc. pueden ajustarse de acuerdo con las preferencias del usuario.

En algunas realizaciones, el controlador 106 puede ajustar otros parámetros del sistema 100 o del espacio de trabajo en base a las preferencias del usuario. Los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, una velocidad de movimiento máxima para el robot 104, niveles de luz dentro del entorno de trabajo, una temperatura dentro del entorno de trabajo y la reproducción de contenido multimedia (por ejemplo, música).

En el paso s12, el controlador 106 visualiza, en el visualizador 114 del banco de trabajo preferido 102, instrucciones para realizar la tarea determinada en el paso s8. Las instrucciones para la tarea determinada pueden almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o pueden adquirirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo Internet, o una LAN.

Las instrucciones pueden presentarse al usuario 122 en cualquier formato apropiado, por ejemplo, imágenes, texto, video y/o audio. Las instrucciones pueden presentarse al usuario 122 como una secuencia de instrucciones que el usuario debe seguir a su vez.

En algunas realizaciones, el nivel de instrucción proporcionado al usuario 122 en el paso s12 depende del pasaporte de formación digital de ese usuario 122. Por ejemplo, si el pasaporte de formación digital de ese usuario 122 indica que el usuario 122 tiene experiencia en la realización de la tarea determinada, se le puede visualizar un conjunto simplificado de instrucciones, mientras que a un usuario con menos experiencia se le proporcionarán instrucciones más completas. En algunas realizaciones, si el pasaporte de formación digital de ese usuario 122 indica que el usuario 122 no ha realizado la tarea determinada o una tarea similar dentro de un período de tiempo predeterminado, se puede impedir que el usuario realice la tarea determinada hasta que el usuario 122 reciba formación (por ejemplo, un curso de actualización). Tal formación puede proporcionarse al usuario 122. En algunas realizaciones, si el pasaporte de formación digital de ese usuario 122 indica que el usuario 122 no ha realizado la tarea determinada o una tarea similar dentro de un período de tiempo predeterminado, el sistema de banco de trabajo 100 puede especificar que el usuario 122 requiere un cierto nivel de vigilancia, inspección o supervisión al realizar una tarea. Tal supervisión puede proporcionarse automáticamente por el sistema de banco de trabajo 100, o el sistema de banco de trabajo 100 puede contactar a un supervisor humano para atender al usuario 122 que realiza la tarea.

En esta realización, con fines explicativos, la tarea determinada que debe realizar el usuario 122 utilizando el sistema 100 es un proceso de ensamblaje en el que una pluralidad de componentes deben fijarse a una estructura base, para de esta manera proporcionar un objeto ensamblado (por ejemplo, componentes de una aeronave, tal como el revestimiento o armazón de una aeronave). Será evidente, sin embargo, para un experto en la técnica que, en otras realizaciones, la tarea determinada puede comprender uno o más tipos diferentes de operaciones en lugar de o además de dicho proceso de ensamblaje. Los ejemplos de tales operaciones incluyen, pero no se limitan a, sujetar, remachar, reparar, ensamblar, desensamblar, mecanizar, taladrar, inspeccionar, encolar, fabricar cableados eléctricos y operaciones de pintura.

En el paso s14, el controlador 106 controla el robot 104 para sujetar, usando el efector final 130, la estructura base. En algunas realizaciones, el controlador 106 controla el robot 104 para recuperar la estructura base desde una localización específica, por ejemplo, una localización en una superficie del banco 108 o un compartimento de un contenedor 112. En algunas realizaciones, el controlador 106 detecta, por ejemplo, utilizando imágenes tomadas por una cámara 126 o mediciones tomadas por los sensores 120, una localización de la estructura base y controla el robot 104 para recuperar la estructura base de la localización determinada. En algunas realizaciones, el usuario 122 posiciona la estructura base en una localización predeterminada y el controlador 106 controla el robot 104 para recuperar la estructura base de esa localización predeterminada. En algunas realizaciones, el usuario 122 coloca la estructura base en el efector final del robot 104.

En el paso s16, el controlador 106 determina una trayectoria para el robot 104 que hará que el robot 104 mueva la estructura base sujeta por el efector final 130 desde su posición actual a una posición y orientación predeterminadas con respecto al banco de trabajo preferido 102.

En otras palabras, el controlador 106 determina una operación de movimiento para el robot 104, es decir, una operación de movimiento que debe realizar el robot y que, de realizarse, haría que el robot 104 se moviera desde su posición actual a una posición y orientación predeterminadas.

5 En algunas realizaciones, la posición y orientación predeterminadas se especifican en una especificación de la tarea determinada, que puede adquirirse por el controlador 106. La posición y orientación predeterminadas para la estructura base pueden adquirirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo Internet, o una LAN. En algunas realizaciones, la posición y orientación predeterminadas para la estructura base pueden especificarse en las preferencias del usuario, por ejemplo, el usuario 122 puede especificar la posición y orientación predeterminadas.

En el paso s17, el controlador 106 controla uno o ambos de los proyectores ópticos 124 para proyectar una indicación de la trayectoria determinada para el robot 104 en el sistema 100 y/o el espacio de trabajo cercano.

15 La operación de movimiento determinada para el robot 104 (es decir, la operación de movimiento determinada en el paso s16), si se realiza, haría que el robot 104 se moviera a través o dentro de un volumen de espacio limitado. Este volumen de espacio limitado corresponde o está asociado con un área limitada en el sistema 100 y/o el espacio de trabajo cercano. Por ejemplo, el volumen de espacio limitado puede estar completamente por encima del área limitada (por ejemplo, el área limitada puede ser una proyección vertical hacia abajo del volumen de espacio limitado sobre el sistema de superficies 100 y/o el espacio de trabajo cercano). La indicación proyectada por el(los) proyector(es) óptico(s) 124 sobre el sistema 100 y/o el espacio de trabajo cercano puede ser indicativa del área limitada, por ejemplo, la indicación proyectada puede definir un límite del área limitada, o de alguna otra manera demarcar el área limitada.

25 En algunas realizaciones, el controlador 106 determina el volumen de espacio limitado en base a la operación de movimiento determinada, y luego determina el área limitada en base al volumen de espacio limitado determinado. El(los) proyector(es) óptico(s) 124 pueden entonces controlarse en base al área limitada determinada. En algunas realizaciones, el controlador 106 determina el área limitada en base a la operación de movimiento determinada directamente.

30 En esta realización, uno o ambos de los proyectores ópticos 124 se controlan para proyectar una imagen de luz visible (por ejemplo, luz láser) sobre las superficies superiores de una o ambas superficies del banco 108 y/o el suelo, para indicar de esta manera al usuario 122 el espacio en que el robot 104 se moverá cuando el robot 104 siga la trayectoria determinada. Por lo tanto, el usuario 122 es consciente del espacio en el que se moverá el robot 104, y el usuario 122 se mueve fuera de este espacio para no impedir el movimiento del robot 104.

Ventajosamente, esto tiende a reducir la probabilidad de que el usuario 122 sufra lesiones provocadas por la colisión con el robot 104. También tiende a reducirse la probabilidad de daño al robot 104 y la estructura base provocada por la colisión con el usuario 122.

40 En el paso s18, el controlador 106 controla el robot 104 para mover la estructura base desde su posición actual, a lo largo de la trayectoria determinada, a la posición predeterminada y en la orientación predeterminada.

45 Por lo tanto, el robot 104 se controla para moverse a través del espacio indicado al usuario 122 por los proyectores ópticos 124.

50 En algunas realizaciones, el movimiento del robot 104 a lo largo de la trayectoria determinada se realiza en respuesta a la detección de que el usuario 122 se ha movido fuera del espacio a través del cual se moverá el robot 104. Tal determinación puede realizarse por el controlador 106 usando imágenes de cámara tomadas por la cámara 126 y/o mediciones de sensores tomadas por los sensores 120 del usuario 122.

55 En el paso s20, con la estructura base mantenida en la posición y orientación predeterminadas, el controlador 106 controla uno o ambos de los proyectores ópticos 124 para proyectar una imagen o indicador superpuesto sobre la estructura base.

60 En esta realización, se proyecta una imagen o indicador de luz visible (por ejemplo, luz láser) sobre la superficie de la estructura base, para indicar de esta manera localizaciones o características específicas en la estructura base al usuario 122. La imagen o indicador superpuesto proyectado puede proporcionar instrucciones al usuario 122, o puede aumentar o reforzar las instrucciones que se visualizan actualmente al usuario 122 en el visualizador 114.

65 A modo de ejemplo, en algunas realizaciones, un proyector óptico 124 puede proyectar una indicación (por ejemplo, una flecha) sobre la superficie de la estructura base que indica (por ejemplo, apunta a) un elemento particular en la estructura base a la que se va a fijar un componente por el usuario 122. Esto puede acompañarse por el visualizador, en el visualizador 144, de instrucciones para fijar el componente al elemento particular de la estructura base. Otros ejemplos de imágenes, indicadores, adornos, animaciones y similares que pueden ser proyectados por los

proyectores ópticos 124 incluyen, pero sin limitarse a, diagramas de circuitos, diagramas de cableado, avisos de seguridad, localización de componentes y dibujos de componentes.

5 La imagen o indicador superpuesto puede almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o puede adquirirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo, Internet o una LAN.

10 En algunas realizaciones, el controlador 106 controla uno o ambos de los proyectores ópticos 124 para proyectar la imagen o indicador superpuesto sobre una entidad diferente en lugar de o además de la estructura base. Por ejemplo, se puede proyectar una indicación, tal como un diagrama de circuito, sobre la superficie superior de una superficie del banco 108. Por lo tanto, la información útil para el usuario 122 puede proyectarse en una localización que el usuario 122 puede ver más fácilmente cuando el usuario 122 trabaja en la estructura/objeto base. También, por ejemplo, se puede proyectar una indicación sobre el contenedor 112 para indicar al usuario 122 un compartimento específico (y de esta manera un tipo específico de componente).

15 En algunas realizaciones, el controlador 106 puede escalar y/o deformar la imagen o indicador superpuesto para que coincida con la superficie del mundo real sobre la que se proyecta. Esto tiende ventajosamente a proporcionar que la imagen o indicador proyectado superponga correctamente el entorno del mundo real y tiende a compensar el ángulo de proyección del proyector óptico, la distancia a los objetos del mundo real y las curvas tridimensionales en la superficie de proyección en el mundo real.

20 En algunas realizaciones, la cámara 126 puede capturar una imagen o imágenes de una o más de las imágenes o indicadores superpuestos proyectados por el(los) proyector(es) óptico(s) 124. En otras palabras, la cámara 126 captura una o más imágenes de las entidades sobre las que se han proyectado las imágenes superpuestas. El controlador 106 puede usar esas imágenes capturadas para realizar un "proceso de validación de instrucciones" para determinar si la imagen de superposición correcta se ha proyectado sobre la entidad correcta y/o si la imagen de superposición proyectada se visualiza correctamente (por ejemplo, que la proyección está enfocada, se ha escalado correctamente, se ha deformado correctamente, etc.). El proceso de validación de instrucciones puede comprender comparar las imágenes capturadas de las superposiciones proyectadas con imágenes de una apariencia de superposición aprobada y determinar si la superposición proyectada coincide con la apariencia de superposición aprobada. Las imágenes pueden compararse de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, en algunas realizaciones se comparan dos imágenes comparando las características de las formas correspondientes dentro de esas imágenes. Se puede definir y calcular una métrica de distancia para el par de imágenes. Si el valor de la métrica de distancia está dentro de un umbral predefinido, se puede considerar que las dos imágenes coinciden. Si la imagen de la superposición proyectada coincide con la imagen de la apariencia de superposición aprobada, la superposición proyectada puede considerarse válida. Sin embargo, si las imágenes de la superposición proyectada no coinciden con las de la superposición aprobada, la superposición proyectada ensamblada puede considerarse inválida. En el caso de que la superposición proyectada se considere inválida, la proyección de la superposición puede modificarse (por ejemplo, reenfocarse, deformarse, escalarse, etc.) para corregir la apariencia de la superposición proyectada.

45 En el paso s22, el usuario 122 realiza la tarea determinada sobre la estructura base sujeta por el robot 104. El usuario 122 puede realizar la tarea de acuerdo con las instrucciones mostradas en el(los) visualizador(es) 114 y la imagen superpuesta proyectada sobre la estructura base.

50 En esta realización, la tarea es un proceso de ensamblaje en el que una pluralidad de componentes debe fijarse a una estructura base. Las instrucciones para realizar la tarea pueden presentarse al usuario 122 como una secuencia de pasos. Cada paso puede, por ejemplo, especificar un tipo particular de componente del contenedor 112 y una localización específica en la estructura base para fijar ese componente. El usuario puede realizar cada uno de los pasos a la vez, según las instrucciones, y los pasos posteriores se visualizan solo cuando se completan los pasos anteriores. De esta manera, el usuario 122 puede realizar la tarea determinada, es decir, fijar la pluralidad de componentes a la estructura base, para de esta manera proporcionar el objeto ensamblado.

55 En esta realización, para cada paso del proceso de ensamble en el que se va a unir un componente a la estructura base, el compartimento del contenedor 112 en el que se localiza ese componente se indica al usuario 122 activando, por el controlador 106, el indicador respectivo (por ejemplo, un LED) de ese compartimento. De manera similar, la localización en el contenedor 112 de los consumibles que va a utilizar el usuario 122 puede indicarse activando los indicadores apropiados. El conocimiento sobre qué componentes o consumibles se almacenan en qué compartimentos del contenedor 112 puede almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o puede recibirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo, Internet, o una LAN.

65 El controlador 106 puede mantener un inventario de los componentes y consumibles almacenados en los contenedores 112, y puede actualizar este inventario cuando el usuario 122 retira o devuelve componentes o consumibles. El controlador 106 puede solicitar el reabastecimiento de componentes o consumibles cuando las existencias son bajas (por ejemplo, cuando el número de un componente o consumible dado en un contenedor 112

- cae por debajo de un umbral). Tal solicitud puede hacerse al usuario 122, o a una entidad remota del sistema. En algunas realizaciones, el controlador 106 ordena o solicita automáticamente una entrega de componentes adicionales de una entidad (por ejemplo, un depósito de componentes) que está remota del sistema 100, por ejemplo, en respuesta a la determinación de que las existencias de un componente o consumible es bajo. En respuesta, el componente o consumible solicitado puede entregarse posteriormente al sistema 100. En algunas realizaciones, la entrega del componente o consumible solicitado la realiza un vehículo o robot autónomo, en lo sucesivo denominado "robot de entrega". Preferiblemente, el controlador 106 determina o adquiere una trayectoria para el robot de entrega cerca del sistema 100. Preferiblemente, el controlador 106 controla uno o ambos de los proyectores ópticos 124 para proyectar una indicación de la trayectoria determinada para el robot de entrega 104 sobre el sistema 100 y/o el espacio de trabajo cercano. Esta indicación puede ser una indicación de un área limitada a través de la cual se puede mover el robot de entrega. Por lo tanto, el usuario 122 es consciente del espacio por el que se moverá el robot de entrega, y el usuario 122 puede moverse fuera de este espacio para no impedir el movimiento del robot de entrega. Ventajosamente, esto tiende a reducir la probabilidad de que el usuario 122 sufra lesiones provocadas por la colisión con el robot de entrega. En algunas realizaciones, el robot de entrega se mueve a lo largo de su trayectoria en respuesta a la detección de que el usuario 122 se ha movido fuera del espacio a través del cual se moverá el robot de entrega. Tal determinación puede realizarse por el controlador 106 usando imágenes de cámara tomadas por la cámara 126 y/o mediciones de sensor tomadas por los sensores 120 del usuario 122.
- En algunas realizaciones, durante la realización de la tarea, la cámara 126 puede capturar imágenes del contenedor 112, y el controlador 106 puede procesar estas imágenes para detectar de qué compartimento del contenedor 122 el usuario ha retirado (o agregado) un componente. Si se detecta que el usuario 122 ha retirado un componente incorrecto para un paso dado de la tarea que se realiza, el controlador 106 puede alertar al usuario 122 de este error, por ejemplo, visualizando una alerta o haciendo sonar una alarma. En algunas realizaciones, los componentes retirados del contenedor 112 por el usuario 122 se determinan de una manera diferente, por ejemplo, pesando el contenido del contenedor durante la realización de la tarea. En algunas realizaciones, las imágenes de los componentes se visualizan en el visualizador 114 para que el usuario 122 pueda verificar que ha recuperado el componente correcto del contenedor 112.
- En algunas realizaciones, se utiliza un escáner LIDAR (Detección y alcance de la luz) en lugar de o además de la cámara 126.
- En esta realización, durante la realización de la tarea, el controlador 106 puede controlar el robot 104 para mover la estructura base (que está sujeta por el efector final 130) para facilitar que el usuario 122 realice la tarea. Por ejemplo, la estructura base se puede reorientar para permitir un acceso más fácil por parte del usuario 122 a ciertas áreas de la estructura base para que el usuario 122 pueda fijar más fácilmente los componentes a esa área. Como se describió anteriormente con más detalle con referencia al paso s17, antes de y/o durante este movimiento del objeto ensamblado por el robot 104, una indicación de la trayectoria de movimiento del robot 104 puede proyectarse sobre una superficie por el(los) proyector(es) óptico(s) 124, facilitando de esta manera que el usuario 122 evite la colisión con el robot móvil 104.
- En el paso s24, el controlador 106 controla una o ambas cámaras 126 para capturar imágenes del objeto ensamblado. El paso s24 se puede realizar en respuesta a que el controlador 106 determine que la tarea se completa por el usuario 122.
- En esta realización, las cámaras 126 capturan imágenes de múltiples vistas diferentes (es decir, orientaciones) del objeto ensamblado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se capturan imágenes de al menos seis vistas diferentes del objeto ensamblado, que pueden incluir al menos una vista superior, una vista inferior, una vista frontal, una vista trasera, una vista del lado izquierdo y una vista lateral derecha.
- En esta realización, el controlador 106 controla el robot 104 para mover el objeto ensamblado (que se sujeta por el efector final 130) para presentar el objeto ensamblado a la cámara 126 en las múltiples orientaciones diferentes, y controla la cámara 120 para capturar las imágenes de esas múltiples vistas diferentes del objeto ensamblado a su vez. Como se describió anteriormente con más detalle con referencia al paso s17, antes de y/o durante este movimiento del objeto ensamblado por el robot 104, una indicación de la trayectoria de movimiento del robot 104 puede proyectarse sobre una superficie por el(los) proyector(es) óptico(s) 124, facilitando de esta manera que el usuario 122 evite la colisión con el robot móvil 104. Por lo tanto, el usuario 122 es consciente del espacio por el que se moverá el robot 104 durante el proceso de validación, y el usuario 122 puede moverse fuera de este espacio para no impedir el movimiento del robot 104 durante la validación. Ventajosamente, las tendencias reducen la probabilidad de que el usuario 122 inhiba o afecte negativamente al proceso de validación, por ejemplo golpeando o tropezando con el robot durante la validación. Por lo tanto, tiende a proporcionarse una validación más precisa del objeto ensamblado. Además, esto tiende a reducir la probabilidad de que el usuario 122 sufra lesiones provocadas por la colisión con el robot. En algunas realizaciones, durante la validación, el robot solo se mueve a lo largo de su trayectoria en respuesta a la detección de que el usuario 122 se ha movido fuera del espacio indicado. Tal determinación puede realizarse por el controlador 106 usando imágenes de cámara tomadas por la cámara 126 y/o mediciones de sensor tomadas por los sensores 120 del usuario 122.

En el paso s26, usando las imágenes capturadas del objeto ensamblado, el controlador 106 determina si el objeto ensamblado es aceptable (es decir, dentro de cierta tolerancia predefinida) realizando un proceso de validación.

5 En esta realización, la validación comprende comparar las imágenes capturadas del objeto ensamblado con imágenes de un objeto ensamblado aprobado y determinar si el objeto ensamblado producido por el usuario 122 coincide con el objeto ensamblado aprobado. En esta realización, la imagen de cada vista del objeto ensamblado se compara con una imagen de la misma vista del objeto ensamblado aprobado.

10 Las imágenes pueden compararse de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, en algunas realizaciones se comparan dos imágenes comparando las características de las formas correspondientes dentro de esas imágenes. Se puede definir y calcular una métrica de distancia para el par de imágenes. Si el valor de la métrica de distancia está dentro de un umbral predefinido, se puede considerar que las dos imágenes coinciden. Si las imágenes del objeto ensamblado coinciden con las imágenes del objeto aprobado para cada una de las diferentes vistas, el objeto ensamblado puede considerarse válido. Sin embargo, si las imágenes del objeto ensamblado no coinciden con las del objeto aprobado para una o más de las diferentes vistas, el objeto ensamblado puede considerarse inválido. La comparación de imágenes se puede realizar comparando cualquier característica de imagen apropiada, que incluye, pero sin limitarse a, la forma, el color y/o la textura.

20 Las imágenes del objeto ensamblado aprobado con el que se comparan las imágenes capturadas pueden almacenarse localmente en una memoria del controlador 106, o pueden adquirirse por el controlador 106 desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo, Internet, o una LAN.

25 En algunas realizaciones, se pueden realizar uno o más procesos de validación diferentes para validar o de cualquier otra manera el objeto ensamblado en lugar o además del proceso de validación basado en imágenes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un banco de trabajo 102 comprende además un escáner tridimensional (3D) que puede controlarse por el controlador 106. El escáner 3D se controla para medir la forma del objeto ensamblado. Estas mediciones pueden usarse para construir un modelo digital 3D de los objetos ensamblados. Las mediciones pueden compararse con los datos de forma de un objeto aprobado, y el objeto ensamblado puede aprobarse o basarse de cualquier otra manera en esta comparación. Los ejemplos de escáner 3D apropiados incluyen, pero sin limitarse a, escáneres de tomografía computarizada industriales y escáneres 3D de luz estructurada.

30 En algunas realizaciones, el controlador 106 está configurado para determinar las propiedades físicas del objeto ensamblado usando el efector final 130, por ejemplo, en base a las mediciones tomadas por uno o más sensores táctiles, sensores de vibración, galgas extensométricas, sensores de temperatura y/o sensores de presión localizados en el efector final 130. Estas propiedades físicas determinadas pueden utilizarse en el proceso de validación, por ejemplo, comparando las mediciones con los datos correspondientes de un objeto aprobado o con un conjunto de datos o normas de diseño electrónico.

40 Si, en el paso s26, se valida el objeto ensamblado (es decir, se considera aceptable), el método pasa al paso s28. Sin embargo, si en el paso s26 se determina que el objeto ensamblado no es válido, el método pasa al paso s30, que se describirá con más detalle más adelante después de una descripción del paso s28.

45 En el paso s28, en respuesta a que se determina que el ensamblado es válido, el efector final 130 del robot 104 libera el objeto ensamblado, y el objeto ensamblado se retira del sistema 100. El objeto ensamblado se puede usar entonces para el propósito previsto. Después del paso s28, finaliza el proceso de la Figura 3. El sistema 100 se puede utilizar entonces para ayudar al usuario 122 a ensamblar objetos adicionales o realizar otras tareas.

50 En el paso s30, en respuesta a que se determina que el objeto ensamblado es inaceptable (es decir, no válido), el controlador 106 controla el sistema 100 para proporcionar asistencia y/o formación al usuario 122. Se puede proporcionar una alerta, por ejemplo, en el visualizador o en el reloj inteligente.

55 En esta realización, la asistencia y/o la formación se proporcionan en forma de imágenes, texto y/o video visualizado por el controlador 106 en uno o ambos de los visualizadores 114. Dichas imágenes, texto y/o video pueden instruir al usuario 122 sobre cómo rectificar fallas con el objeto ensamblado, o cómo ensamblar correctamente el objeto. La información que se presenta al usuario 122 en el(los) visualizador(es) 114 depende de la tarea que se realiza y del objeto que se ensambla. En algunas realizaciones, el formato de la información presentada al usuario 122 en el(los) visualizador(es) 114 depende de las preferencias del usuario adquiridas. En algunas realizaciones, la información presentada al usuario 122 en el(los) visualizador(es) 114 depende del pasaporte de formación digital adquirido del usuario, es decir, la información de habilidades y competencias para el usuario 122.

60 En algunas realizaciones, el controlador 106 determina una o más razones por las que se consideró que el objeto ensamblado no es válido en base al proceso de validación realizado. Por ejemplo, se pueden identificar una o más fallas específicas con el objeto ensamblado. La información de asistencia y/o formación presentada al usuario 122 en el(los) visualizador(es) 114 puede depender de uno o más motivos determinados.

65

5 En algunas realizaciones, la asistencia y/o la formación se proporcionan de una forma diferente en lugar de además de las imágenes, el texto y/o el video instructivo (por ejemplo, pregrabados) visualizado por el controlador 106 en uno o ambos de los visualizadores 114. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador 106 puede controlar uno o ambos de los proyectores ópticos 124 para proyectar una imagen o indicación sobre, por ejemplo, una superficie del banco 108 o el objeto ensamblado. Tales proyecciones pueden, por ejemplo, indicar al usuario 122 una parte defectuosa identificada del objeto ensamblado o una posición en la que un componente debe fijarse pero no lo está.

10 También, por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador 106 contacta a otro usuario humano y solicita que otro usuario ayude al usuario 122. Preferiblemente, el otro usuario es un ingeniero o un técnico con experiencia en la tarea de ensamble que se realiza, es decir, un experto. Por ejemplo, el controlador 106 puede establecer una teleconferencia u otro enlace de comunicaciones entre el banco de trabajo 102 y un dispositivo de comunicaciones del usuario adicional. Tal teleconferencia puede permitir el intercambio de información en vivo entre el usuario 122 y el usuario adicional. La teleconferencia puede incluir el uso del(los) visualizador(es) 114 y/o el sistema de audio del banco de trabajo 102 para presentar información al usuario 122. En algunas realizaciones, el controlador 106 envía una solicitud al usuario adicional (por ejemplo, a un dispositivo de comunicaciones de ese usuario adicional) para que el usuario adicional asista al sistema 100 para ayudar al usuario 122. El usuario adicional puede entonces acercarse al sistema 100 y ayudar al usuario 122. Esto puede incluir que el usuario adicional inicie sesión en el sistema (por ejemplo, de la misma manera que el usuario 122 inició sesión en el sistema 100) y/o demostrar un procedimiento correcto utilizando el otro banco de trabajo 102 al que está utilizando el usuario 122 o para anular/recuperar errores en el sistema.

25 En el paso s32, utilizando la asistencia y/o formación proporcionada, el usuario 122 modifica el objeto ensamblado o prepara un nuevo objeto ensamblado para someterse al proceso de validación. En algunas realizaciones, el objeto ensamblado que se consideró inválido se puede desechar o reciclar.

30 Después del paso s32, el proceso de la Figura 2 vuelve al paso s24 en el que se capturan imágenes del objeto ensamblado modificado/nuevo y se usan para validar o no el objeto ensamblado modificado/nuevo. El proceso de realizar la tarea, la validación y la asistencia puede ser un proceso iterativo.

Por lo tanto, se proporciona un método para realizar una tarea usando el sistema de banco de trabajo 100.

35 Una ventaja proporcionada por el sistema y el método descritos anteriormente es que se mejora la calidad de los objetos producidos por el usuario y tienden a producirse menos rechazos. Además, el sistema tiende a permitir una mayor flexibilidad de la mano de obra para adaptarse a nuevas tareas o actualizaciones o revisiones de fabricación. El sistema y el método de la presente invención son particularmente útiles en la industria aeroespacial y para producir partes de aeronaves tales como revestimientos y armazones.

40 El sistema y el método descritos anteriormente tienden a proporcionar una validación y verificación completamente automatizada de los objetos producidos.

45 El sistema descrito anteriormente se puede utilizar para proporcionar formación a los usuarios (por ejemplo, múltiples usuarios simultáneamente). Esta formación podrá registrarse automáticamente en los pasaportes de formación digital de los usuarios.

50 Ventajosamente, el control descrito anteriormente de las características físicas del sistema (tales como la altura del banco de trabajo, la altura del visualizador, el formato de visualización, etc.) tiende a facilitar el uso por diferentes usuarios que tienen varias características físicas diferentes. Por ejemplo, tiende a facilitarse el uso por parte de usuarios inhabilitados o discapacitados físicamente.

El sistema descrito anteriormente puede grabar, por ejemplo, usando las cámaras, imágenes o video del usuario que realiza la tarea. Dichos registros pueden utilizarse con fines de trazabilidad y/o formación.

55 Ventajosamente, el robot tiende a proporcionar un accesorio fácilmente ajustable para diferentes objetos. Por lo tanto, tiende a reducirse la dependencia de accesorios caros para diferentes aplicaciones. Además, el sistema de banco de trabajo se puede utilizar para una gama más amplia de aplicaciones. Además, el desarrollo requerido para cada nueva aplicación tiende a reducirse.

60 Ventajosamente, el robot puede estar completamente integrado dentro de la arquitectura del sistema, de manera que el robot se acople comunicativamente a otros dispositivos dentro del sistema. Por lo tanto, el robot puede controlarse dependiendo de las entradas de otros dispositivos dentro del sistema.

65 Ventajosamente, el reloj inteligente puede implementarse para medir parámetros del entorno de trabajo del usuario, tales como niveles de vibración, niveles de ruido, temperaturas, niveles de exposición a gases/químicos, niveles de polvo. El reloj inteligente también se puede implementar para medir las propiedades físicas del usuario, por ejemplo, la frecuencia cardíaca, la presión sanguínea, etc. Tales mediciones se pueden usar para mejorar la seguridad del

- 5 usuario. Por ejemplo, en base a las mediciones, el reloj inteligente puede visualizar una alerta al usuario, por ejemplo, si se superan los límites de vibración. Además, en base a las mediciones, es posible que se impidan o deshabiliten determinadas funciones del banco de trabajo (por ejemplo, operaciones con fuerte vibración). Además, tales mediciones pueden usarse para programar tareas que debe realizar el usuario. Por ejemplo, las acciones con fuerte vibración pueden reprogramarse para reducir la probabilidad de que el usuario sufra lesiones. En algunas realizaciones, los parámetros del entorno de trabajo del usuario y/o las propiedades físicas del usuario se miden por una entidad diferente, por ejemplo, uno o más sensores localizados en el banco de trabajo.
- 10 Los relojes inteligentes tienden a ser resistentes y livianos. Además, los usuarios tienden a estar acostumbrados a usar este tipo de dispositivos. Los relojes inteligentes convencionales tienden a adaptarse fácilmente para proporcionar la funcionalidad descrita en este documento.
- 15 En las realizaciones anteriores, el sistema de banco de trabajo asistido comprende dos bancos de trabajo. Sin embargo, en otras realizaciones, el sistema de banco de trabajo asistido comprende un número diferente de bancos de trabajo, por ejemplo, un solo banco de trabajo.
- 20 En las realizaciones anteriores, el sistema de banco de trabajo asistido comprende un solo robot. Sin embargo, en otras realizaciones, el sistema de banco de trabajo asistido comprende un número diferente de robots, por ejemplo, más de un robot.
- 25 En las realizaciones anteriores, un banco de trabajo comprende un visualizador. Sin embargo, en otras realizaciones, se puede omitir el visualizador. Por ejemplo, en tales realizaciones, la información (por ejemplo, instrucciones, alertas, etc.) puede visualizarse en el reloj inteligente del usuario.
- 30 En las realizaciones anteriores, el robot es un brazo robótico de seis ejes. Sin embargo, en otras realizaciones el robot es un tipo diferente de robot. Por ejemplo, el robot puede tener un número diferente de ejes giratorios sobre los que se puede controlar para moverse. Además, en algunas realizaciones, el robot puede incluir uno o más ejes lineales a lo largo de los cuales se puede mover el robot. Por ejemplo, el robot puede montarse en un riel o carril por el que puede deslizarse. Alternativamente, el robot puede montarse en un vehículo (por ejemplo, un vehículo autónomo, semiautónomo u operado por humanos) que puede controlarse para moverse a una posición deseada alrededor del banco de trabajo.
- 35 En las realizaciones anteriores, el efector final comprende una pinza. Sin embargo, en otras realizaciones, el robot puede comprender un tipo diferente de efector final en lugar o además de la pinza. Los ejemplos de efectores finales apropiados incluyen, pero no se limitan a, aparatos de fabricación aditiva (AM), taladros, herramientas de corte, aparatos de remachado, aparatos de deposición de sellador, aparatos de marcado de piezas y aparatos de grabado láser.
- 40 En las realizaciones anteriores, la cámara es una cámara de luz visible. Sin embargo, en otras realizaciones, se pueden implementar uno o más tipos de dispositivos de formación de imágenes en lugar de o además de la cámara de luz visible, por ejemplo, una cámara infrarroja, una cámara ultravioleta o una cámara de espectro completo.
- 45 En las realizaciones anteriores, la inspección y validación de un objeto se realiza al final del proceso de ensamble. Sin embargo, en otras realizaciones, la inspección y validación de un objeto se realiza en una o más etapas intermedias durante la producción del objeto. En algunas realizaciones, la inspección y validación de un objeto se realiza en uno o más puntos discretos durante la producción, mientras que en otras realizaciones, la inspección y validación de un objeto se realiza continuamente a lo largo de su producción.
- 50 En las realizaciones anteriores, el inicio de la provisión de formación y/o asistencia es automático, por ejemplo, en respuesta a una determinación de que el objeto ensamblado no es válido. Sin embargo, en otras realizaciones, el usuario puede solicitar formación y/o asistencia manualmente, por ejemplo, tocando un icono de "ayuda" en el visualizador o en el reloj inteligente.
- 55 En las realizaciones anteriores, el usuario usa un reloj inteligente. Sin embargo, en otras realizaciones, se puede omitir el reloj inteligente. Por ejemplo, se puede usar un tipo diferente de dispositivo móvil que puede llevar el usuario. Preferiblemente, el dispositivo móvil es un dispositivo móvil que se lleva en el cuerpo, tal como unas gafas inteligentes.
- 60 En las realizaciones anteriores, el controlador puede adquirir diversa información y datos desde una localización remota, por ejemplo, a través de una red, por ejemplo, Internet o una LAN. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema de banco de trabajo asistido (y opcionalmente varios otros sistemas de banco de trabajo) están conectados a un sistema empresarial (ES) común, por ejemplo a través de un módulo intermediario. El ES puede incluir paquetes de software que respaldan los procesos comerciales, los flujos de información, los informes y/o el análisis de datos en toda la red de sistemas de banco de trabajo. El ES puede comprender información de recursos y programación e información relacionada con órdenes de trabajo, información relacionada con posibles tareas e
- 65

5 instrucciones relacionadas con esas tareas. El ES puede comprender video, imágenes, archivos de audio, dibujos CAD y similares. En tales realizaciones, preferiblemente se acopla software intermedio (por ejemplo, middleware) entre el sistema operativo del controlador del banco de trabajo y el ES. Este software intermedio puede estar compuesto por un sistema de banco de trabajo (por ejemplo, dentro del controlador). Este software intermedio puede actuar como puente entre un sistema operativo del banco de trabajo y el ES. Este software intermedio puede permitir que el banco de trabajo funcione con el ES sin que el banco de trabajo y el ES estén integrados físicamente. Esto tiende a proporcionar que los bancos de trabajo sean aparatos "enchufar y usar" que pueden conectarse y trabajar con diferentes sistemas empresariales.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de banco de trabajo (100) que comprende:
 - 5 un banco de trabajo (102);
un robot multieje (104) que comprende un efector final (130) para sujetar un objeto;
un proyector de luz visible (124);
una cámara (126); y
un controlador (106); en donde
 - 10 el banco de trabajo y el robot están localizados en un espacio de trabajo común;
el controlador está configurado para:
 - 15 determinar una operación de movimiento para el robot; y,
usando la operación de movimiento determinada, controlar el proyector de luz visible para proyectar
una indicación de luz visible sobre al menos una de una superficie del banco de trabajo y una
superficie del espacio de trabajo;
 - 20 la indicación de luz visible indica un área limitada del banco de trabajo y/o espacio de trabajo, el área
limitada que corresponde a un volumen de espacio limitado;
la operación de movimiento es de manera que, si el robot realiza la operación de movimiento, el robot se
mueve completamente solo dentro del volumen de espacio limitado;
caracterizado porque
el controlador está configurado además para:
 - 25 controlar el robot de manera que el robot presente a la cámara múltiples vistas diferentes del objeto
sujeto por el efector final;
controlar la cámara para capturar imágenes de múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el
efector final; y
realizar un proceso de validación utilizando las imágenes capturadas por la cámara.
 - 30 2. El sistema de banco de trabajo de la reivindicación 1, en donde el volumen de espacio limitado está totalmente
por encima del área limitada del banco de trabajo y/o el espacio de trabajo.
 - 35 3. El sistema de banco de trabajo de la reivindicación 1 o 2, que comprende además:
 - 40 uno o más sensores configurados para detectar la presencia de un usuario dentro del volumen de espacio
limitado;
en donde el controlador está configurado para controlar el robot para que realice la operación de
movimiento en respuesta a la determinación, usando mediciones de uno o más sensores, de que el usuario
no está dentro del espacio.
 - 45 4. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde:
 - 50 el controlador está configurado además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de
luz visible sobre el objeto sujeto por el efector final.
 - 55 5. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el controlador está
configurado además para:
 - 60 determinar una tarea a realizar por un usuario utilizando el sistema de banco de trabajo; y
controlar el robot en base a la tarea determinada.
 - 65 6. El sistema de banco de trabajo de la reivindicación 5 cuando depende de la reivindicación 4, en donde el
controlador está configurado además para controlar el proyector de luz visible para proyectar el indicador de luz
visible sobre el objeto, el indicador de luz visible se basa en la tarea determinada.
 7. El sistema de banco de trabajo de la reivindicación 5 o 6, en donde el controlador está configurado además
para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible adicional sobre una
superficie del banco de trabajo, el indicador de luz visible adicional se basa en la tarea determinada.
 8. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende además:
 - un sistema de sensores que comprende uno o más sensores, el sistema de sensores configurado para
identificar a un usuario en el espacio de trabajo; en donde
el controlador se configura además para determinar la tarea en base a la identidad del usuario.

- 5
9. El sistema de banco de trabajo de la reivindicación 8, en donde uno o más sensores están configurados para adquirir un identificador de usuario para identificar al usuario desde un dispositivo móvil llevado por el usuario, en donde el dispositivo móvil es un dispositivo móvil seleccionado del grupo de dispositivos móviles que consiste de un dispositivo móvil que se lleva en el cuerpo y una etiqueta de identificación por radiofrecuencia.
10. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, que comprende además:
un visualizador; en donde
el controlador está configurado además para controlar el visualizador en base a la tarea determinada.
- 10
11. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la cámara es una cámara de detección de luz visible.
- 15
12. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde:
el sistema de banco de trabajo comprende un contenedor, el contenedor que comprende una pluralidad de compartimentos;
el controlador está configurado además para controlar el proyector de luz visible para proyectar un indicador de luz visible sobre el contenedor, para indicar de esta manera un compartimento específico de la pluralidad de compartimentos.
- 20
13. El sistema de banco de trabajo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el proyector de luz visible comprende un proyector láser.
- 25
14. Un método para un sistema de banco de trabajo, el sistema de banco de trabajo (100) que comprende un banco de trabajo (102), un robot multieje (104) que comprende un efector final (130) para sujetar un objeto, un proyector de luz visible (124), una cámara (126), y un controlador (106), el banco de trabajo y el robot se localizan en un espacio de trabajo común, el método que comprende:
determinar, por el controlador, una operación de movimiento para el robot, la operación de movimiento es de manera que el robot presenta a la cámara múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final; usando la operación de movimiento determinada, controlar el proyector de luz visible para proyectar una indicación de luz visible sobre al menos una de una superficie del banco de trabajo y una superficie del espacio de trabajo;
35 controlar, por el controlador, el robot para realizar la operación de movimiento;
controlar, por el controlador, la cámara para capturar imágenes de las múltiples vistas diferentes del objeto sujeto por el efector final; y
realizar, por el controlador, un proceso de validación utilizando las imágenes capturadas por la cámara; en donde
40 la indicación de luz visible indica un área limitada del banco de trabajo y/o espacio de trabajo, el área limitada que corresponde a un volumen de espacio limitado; y
la operación de movimiento es de manera que, si el robot realiza la operación de movimiento, el robot se mueve completamente dentro solamente del volumen de espacio limitado.
- 45
15. El método de la reivindicación 14, que comprende además:
determinar, por el controlador, si un usuario se encuentra dentro del volumen de espacio limitado;
en donde el control del robot para realizar la operación de movimiento se realiza en respuesta a la determinación de que el usuario no está dentro del espacio.

Figura 1

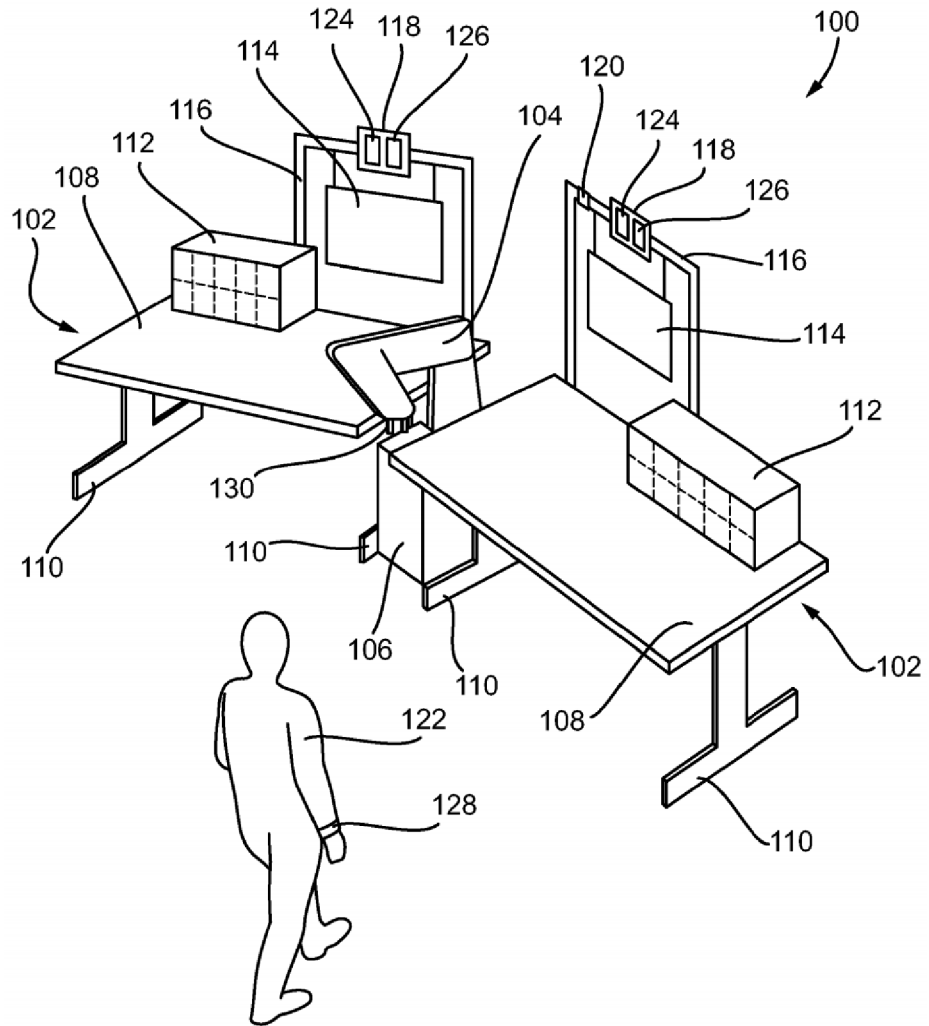


Figura 2

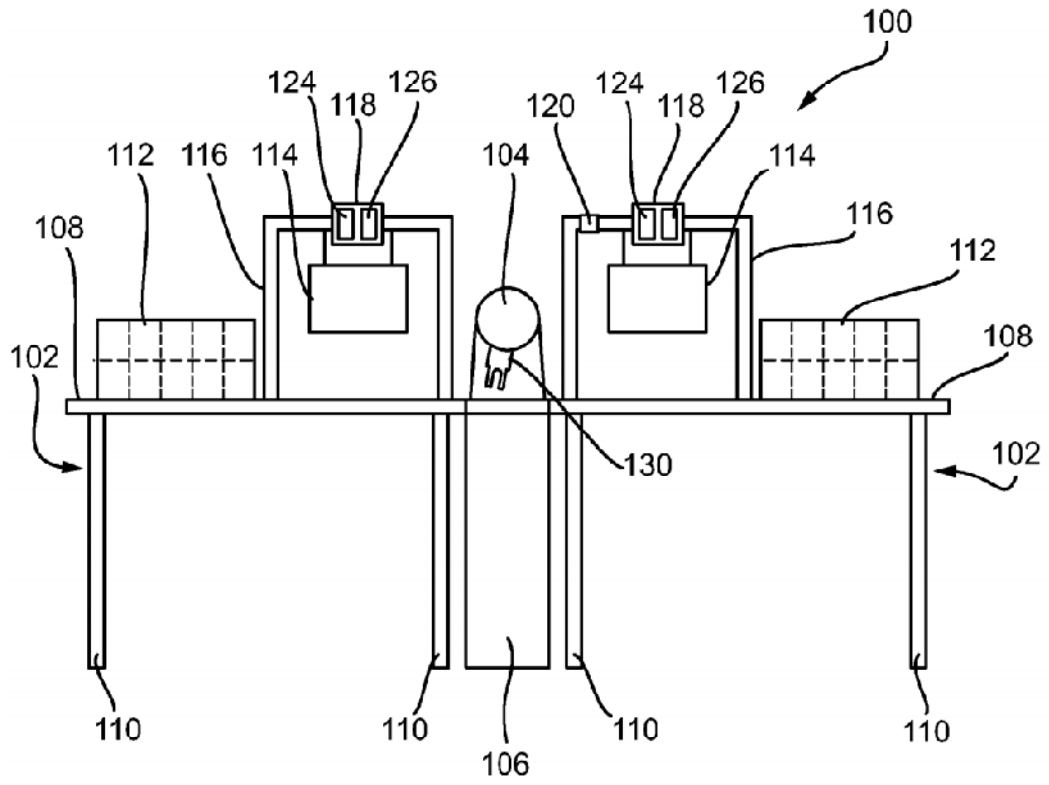


Figura 3

