

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 461**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)

B25J 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2007 E 16154439 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3045273**

54 Título: **Articulación para un robot**

30 Prioridad:

03.03.2006 DK 200600308

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

13.05.2019

73 Titular/es:

**UNIVERSAL ROBOTS A/S (100.0%)
Energivej 25, Lindved
5260 Odense S, DK**

72 Inventor/es:

**KASSOW, KRISTIAN;
ØSTERGAARD, ESBEN HALLUNDBÆK y
STØY, KASPER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 712 461 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

Articulación para un robot

5 Campo técnico

10 La invención se refiere en general a sistemas de robot y robots programables y más específicamente a medios de interfaz de usuario para tales robots, a articulaciones para tales robots, a procedimientos para programar tales robots y a bases de datos para almacenar información relativa a la programación y las operaciones del sistema de robot.

Antecedentes de la invención

15 En general se conocen los robots programables para su uso en la industria. Un procedimiento tradicional para programar tales robots consiste en guiar inicialmente el robot, por ejemplo la herramienta o el efector final en el brazo de robot desde un punto inicial en el espacio, por ejemplo una ubicación de recogida a través de una trayectoria deseada en el espacio que lleva a un destino final del efector final, donde puede entregarse un objeto recogido inicialmente. El robot o los medios de control externos están dotados de medios de almacenamiento para almacenar información relativa al movimiento anterior de una posición inicial a una final. Después de esta sesión de aprendizaje el robot puede repetir el procedimiento y llevar a cabo la tarea a realizar. En lugar de mover el efector final del robot a través de la trayectoria deseada como se describió anteriormente también puede emplearse un dispositivo de seguimiento dedicado para realizar un seguimiento de la trayectoria deseada en el espacio, mostrándose por ejemplo un ejemplo de tal sistema en el documento US 5.495. 410.

25 En general, la programación de robots utilizados en la industria requiere un conocimiento especializado y sólo puede realizarse por expertos en la técnica, a menudo denominados integradores de sistemas. En relación con los robots multiuso para su uso en la industria o incluso en casa, sería ventajoso tener acceso a un robot con medios de interfaz de usuario que facilitarían una programación rápida y sencilla del robot, incluida la reprogramación de una tarea a otra que pudiera realizarse por cualquier persona, no sólo una persona con habilidades especiales en esta técnica.

Además sería ventajoso tener acceso a un robot programable dotado de medios sencillos para evitar peligros para el entorno tales como colisiones con equipos, límites o personas circundantes.

35 Además sería ventajoso tener acceso a un robot programable dotado de medios para almacenar varios escenarios de trabajo, es decir, información sobre los procedimientos de trabajo específicos, posiciones inicial y final del efector final y trayectorias en el espacio del efector final u otras partes del robot, características de objetos a los que se aproximará y que manipulará el robot e información sobre el entorno que limita las trayectorias permitidas de partes del robot, es decir, una descripción de las características, límites, objetos, etc. relevantes en el entorno.

40 El documento JP 2004-316722 describe un sistema de transmisión que puede evitar su accionamiento mediante una fuerza externa cuando no se acciona un actuador y que no necesita consumo de energía para frenar y no frenar.

45 El documento US 4.678.952 describe una articulación sellada que tiene dos manguitos adyacentes, alineados axialmente y separados por una junta hermética giratoria, pudiendo moverse una articulación con respecto a la otra. Las articulaciones incluyen un paso tubular rodeado por un motor y un accionamiento armónico. Un tacómetro y un freno ayudan a controlar el motor y un codificador de posición mide el movimiento de rotación entre los manguitos.

Sumario de la invención

50 La invención se define en las reivindicaciones.

55 Los objetos anteriores y otros se alcanzan mediante un sistema de robot programable, un sistema de control para tal robot y medios de interfaz de usuario para tal robot. Además un procedimiento para programar el robot utiliza tales medios de interfaz. Además una base de datos almacena información relativa a la programación y operación de un robot y a una articulación para su uso en un robot.

60 Un objetivo es proporcionar un sistema de robot programable que pueda programarse de una manera sencilla y fácil sin que sea necesario un conocimiento especializado, es decir, que pueda realizarse por ejemplo por un operario o técnico en la industria o incluso por una persona particular por ejemplo en casa.

65 Un objetivo adicional es proporcionar un sistema de robot programable que pueda reprogramarse fácilmente para realizar diferentes operaciones y así utilizarse para realizar diferentes operaciones a tiempo parcial en, por ejemplo, un entorno industrial, evitando así la necesidad de utilizar varios robots dedicados requeridos sólo para una operación inferior a tiempo completo.

Un objetivo adicional es proporcionar un procedimiento para programar un robot.

Un objetivo adicional es proporcionar una interfaz de usuario, que facilite una programación rápida y sencilla de un robot.

5 Un sistema de robot puede comprender

(a) un robot que comprende varias secciones de brazo individuales, en el que las secciones adyacentes están unidas por una articulación;

10 (b) medios de accionamiento controlables previstos en al menos algunas de dichas articulaciones;

(c) un sistema de control para controlar dichos medios de accionamiento,

15 (d) medios de interfaz de usuario previstos externamente al robot, como parte integrante del robot o como una combinación de éstos;

(e) medios de almacenamiento para almacenar información relativa al movimiento y las operaciones adicionales del robot y opcionalmente para almacenar información relativa al entorno.

20 El robot puede estar dotado de medios de sensor para detectar la posición de diversas partes (por ejemplo las articulaciones y/o el efector final) del robot con respecto al entorno.

25 Dichos medios de sensor comprenden una o varias cámaras, que por ejemplo pueden preverse en las proximidades del efector final y que pueden aplicarse por ejemplo para identificar y reconocer objetos a manipular por el robot u otros objetos, límites, etc. relevantes en el entorno.

Además, un robot comprende

30 (a) un robot que comprende varias secciones de brazo individuales, en el que las secciones adyacentes están interconectadas por una articulación;

(b) medios de accionamiento controlables previstos en al menos algunas de dichas articulaciones;

35 (c) un sistema de control para controlar dichos medios de accionamiento;

(d) medios de fijación y accionamiento para una herramienta;

40 Una interfaz de usuario no tiene que dirigirse en primer lugar al experto en la técnica para configurar y programar robots industriales sino más bien a cualquier persona empleada en un entorno industrial o incluso en casa y necesite de manera rápida y bastante fiable aplicar un robot para una tarea específica o cambiar la aplicación de un robot de una tarea a otra. Un robot puede programarse y controlarse desde un ordenador personal estándar que ejecute por ejemplo un programa de Windows. En la descripción detallada se proporciona un ejemplo de la programación de un robot. Evidentemente tal programación y control también pueden realizarse desde una unidad de programación/control dedicada dotada de una interfaz hombre/máquina adecuada que comprenda por ejemplo un ratón de ordenador y/o pantalla táctil u otra pantalla de visualización y/o un teclado. El PC o la unidad de programación/control también pueden comprender los medios de almacenamiento descritos anteriormente.

50 Alternativamente la interfaz de usuario puede estar distribuida entre unos medios de control externos accesibles para el usuario previstos en partes apropiadas del robot, por ejemplo en las diversas articulaciones. Por tanto, por ejemplo, las articulaciones podrían estar dotadas de botones de control para mover cada articulación individual durante la sesión de programación inicial por ejemplo con el fin de evitar colisiones con objetos o límites en el entorno. Tales elementos de control locales en las partes apropiadas del robot podrían complementarse, en caso deseado, con medios de sensor para detectar la proximidad de, por ejemplo, las articulaciones o el efector final a objetos o límites cuando el robot está trabajando realmente. Por tanto, si uno o varios de dichos objetos o límites durante una sesión de trabajo del robot cambia sus posiciones en el espacio dentro de unos determinados límites, el robot podrá detectar tales cambios al menos en cierta medida y aplicar las medidas apropiadas para contrarrestar los efectos perjudiciales de tales cambios.

60 Mediante la aplicación de los medios de interfaz de usuario, es posible localizar los objetos y límites relevantes en el entorno utilizando el propio robot, por ejemplo moviendo el efector final, o de hecho cualquier otra parte del robot, hacia varios puntos característicos del objeto o los límites en una medida suficiente. Por tanto, por ejemplo, puede definirse un límite plano moviendo el efector final a al menos tres puntos en el límite y a través de los medios de interfaz especificando las coordenadas espaciales correspondientes, con lo que se especificará un límite plano.

65 Evidentemente un límite curvado requiere especificar un mayor número de coordenadas cartesianas, aunque en

determinadas circunstancias (por ejemplo objetos o límites esféricos o cilíndricos) pueden aplicarse otros sistemas de coordenadas para especificar su extensión en el espacio.

5 Los medios de interfaz de usuario pueden comprender una pantalla de visualización en la que se muestra una imagen del robot y opcionalmente también partes relevantes del entorno al menos durante la sesión de programación del robot. Por tanto, opcionalmente el robot podría programarse de manera remota en casos en los que no se desea o incluso es imposible el acceso al área de trabajo por algún motivo, por ejemplo especificando inicialmente la posición de los objetos y límites relevantes del trabajo. En los medios de almacenamiento pueden almacenarse secuencias que muestran el movimiento del robot y las partes relevantes del entorno correspondientes a varias áreas de trabajo y operaciones del robot y pueden recuperarse cuando el robot cambie de una aplicación a otra. Por tanto, de hecho puede establecerse gradualmente una base de datos que comprenda todos los escenarios de trabajo relevantes de, por ejemplo, una planta industrial, lo que facilita en gran medida la aplicación del robot para diversos fines en un entorno industrial o incluso en casa.

15 Se entiende que aunque el propio robot, su sistema de control y la interfaz de usuario utilizados para programar y/o controlar el robot en la presente memoria descriptiva se describen en términos de un solo sistema, cada una de estas entidades podría utilizarse por separado por ejemplo en relación con otras entidades. Por tanto, también otros robots controlables diferentes a los descritos podrían programarse y/o controlarse utilizando el sistema de control y/o los medios de interfaz de usuario.

20 También se describen un procedimiento para programar un robot, una base de datos para almacenar información relativa a la programación y operación de un robot y a una articulación para su uso en un robot. Se entiende que el procedimiento, la base de datos y la articulación pueden encontrar aplicación o bien juntos o bien separados en relación con otros robots.

25 Breve descripción de los dibujos

30 La invención se entenderá mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de formas de realización de la misma junto con las figuras, en las que

la figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de una forma de realización del robot según la invención, configurado para realizar una operación sencilla de recoger y colocar, comprendiendo la vista además definiciones de coordenadas cartesianas y esféricas para caracterizar las posiciones y orientaciones de diversos componentes del robot;

35 la figura 2 muestra una vista en perspectiva esquemática de una segunda forma de realización del robot según la invención que comprende tres articulaciones;

40 la figura 3 muestra una vista en perspectiva esquemática de una tercera forma de realización del robot según la invención que comprende cuatro articulaciones;

la figura 4 muestra una vista en perspectiva esquemática de una cuarta forma de realización de un robot según la invención (un denominado "robot Scara");

45 la figura 5 muestra una vista lateral en sección transversal esquemática de una articulación con los componentes principales alojados en la articulación;

50 la figura 6 muestra una vista lateral en sección transversal esquemática de dos articulaciones adyacentes y los rodamientos utilizados en estas articulaciones.

55 La figura 7 muestra una vista esquemática de una página de inicio mostrada en una pantalla de visualización en una interfaz de usuario/unidad de control de usuario utilizada para programar y controlar el robot, comprendiendo la página de inicio básicamente dos partes, una parte de menú en la que un usuario puede introducir instrucciones en el sistema de programación/control del robot y una imagen del robot físico real que sigue los movimientos del robot real;

60 las figuras 8 a 10 muestran una secuencia de imágenes de pantalla de visualización mostradas a un usuario en la interfaz de usuario durante una secuencia inicial de etapas a realizar por el usuario durante una sesión de programación del robot;

65 las figuras 11(a) y (b) muestran una vista esquemática de una forma de realización específica de la parte de menú de la página de pantalla utilizada para programar la posición y orientación de la herramienta en los diferentes puntos de recorrido a lo largo de la trayectoria de la herramienta en el espacio de una posición inicial a una posición final y de vuelta a la posición inicial;

las figuras 12 a 14 muestran representaciones esquemáticas de páginas de pantalla presentadas al usuario durante las etapas de programación restantes del robot;

5 las figuras 15 a 23 muestran una secuencia de imágenes de DAO de un robot según una forma de realización de la invención mostradas en la pantalla de visualización de la interfaz de usuario durante las diversas fases de una operación del robot, controlándose el robot durante la programación desde la interfaz de usuario como se describe en las figuras 6 a 13 o agarrándose realmente por el usuario y guiándose a través de los puntos de recorrido a lo largo de la trayectoria en el espacio;

10 la figura 24 muestra una forma de realización adicional de una imagen de pantalla de una interfaz de usuario según la invención;

la figura 25 muestra una forma de realización más de una imagen de pantalla de una interfaz de usuario según la invención;

15 la figura 26 muestra una primera forma de realización de un robot de seis ejes según la invención;

la figura 27 muestra una segunda forma de realización de un robot de seis ejes según la invención; y

20 la figura 28 muestra una vista en sección transversal a través de una articulación de robot según una forma de realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

25 Como se ha mencionado, la presente invención se refiere a un sistema de robot programable, es decir, tanto al propio robot, como al sistema de control utilizado para controlar los movimientos y funciones del robot incluyendo su efector final y medios de almacenamiento para almacenar movimientos y funciones preprogramados e información relevante sobre los objetos a manipular por el robot y sobre el entorno, en el que trabaja el robot. La invención se refiere además a una interfaz de usuario utilizada para comunicarse con y controlar el robot al menos durante la
30 programación del robot y además para recuperar escenarios y patrones de movimientos preprogramados, etc. del robot de modo que pueda utilizarse para realizar diferentes tareas por ejemplo en un entorno industrial sin que sea necesario reprogramar el robot para cada tarea nueva.

35 A continuación se muestran diversas formas de realización del propio robot y de los servicios de programación (interfaz de usuario) utilizados para programar y controlar el robot aunque se entiende que un experto en la técnica puede diseñar modificaciones y variaciones de las formas de realización mostradas realmente sin que estas modificaciones y variaciones se salgan del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

40 Según una forma de realización del sistema de robot según la invención, el robot puede realizar al menos las operaciones siguientes (funcionalidades): (a) una operación de recoger y colocar, (b) una operación de llenado y (c) una operación de paletización. Estas operaciones o funcionalidades se implementan utilizando diversas funcionalidades primitivas:

45 1) Especificación de posición:

• Posición fija: el propio robot/la herramienta se desplaza o controla desde una interfaz de usuario/unidad de control a la posición deseada y el vector de aproximación se define por la dirección hacia la herramienta.

50 • Paleta: se especifican una pluralidad o una disposición de posiciones bajo "posición fija", aunque opcionalmente podrían especificarse esquinas, número de filas y columnas o un patrón de posiciones.

• Posición controlada por tiempo: según esta opción, se determina una posición fija que se predice que ha alcanzado un objeto un intervalo de tiempo dado tras la activación de un disparador.

55 • Posición controlada por distancia: según esta opción, se determina una posición fija que se predice que ha alcanzado un objeto tras moverse una determinada distancia tras la activación de un disparador. Esta funcionalidad requiere que se conozca la velocidad del objeto (por ejemplo la velocidad de un transportador sobre el que se coloca el objeto).

60 • Posición controlada por tiempo variable: según esta opción, se determinan una posición inicial y final por medio de la posición controlada por tiempo. La posición exacta del objeto entre estas dos posiciones puede determinarse en línea basándose en el tiempo.

- Posición controlada por distancia variable: según esta opción, se determinan una posición inicial y final por medio de la posición controlada por distancia. La posición exacta del objeto entre estas posiciones puede determinarse en línea si se conoce la velocidad del objeto.

5 2) Seguimiento:

- Seguimiento controlado por tiempo: según esta opción, se especifica una posición inicial y final por medio de la posición controlada por tiempo. Se realiza un seguimiento del objeto entre estas dos posiciones basándose en el tiempo.

10

- Seguimiento controlado por distancia: según esta opción, se especifican una posición inicial y final por medio de la posición controlada por distancia. Se realiza un seguimiento del objeto entre estas dos posiciones basándose en la velocidad del objeto (por ejemplo medida por la velocidad de un transportador sobre el que se coloca el objeto).

15 3) Patrón de movimiento:

- Se definen posiciones o puntos de recorrido intermedios (de la herramienta) mediante los procedimientos mencionados anteriormente y una trayectoria en el espacio se adapta a estas posiciones o puntos de recorrido intermedios.

20

- Se registra y almacena una secuencia de posiciones (de la herramienta) (dependiendo de la posibilidad de conducir realmente el robot (la herramienta montada en el robot o un brazo o articulación del robot) a través de una trayectoria en el espacio sin demasiada resistencia del robot).

25 4) Disparadores:

- Medios de medición de distancia (“control de recorrido”) por ejemplo en una cinta transportadora.

30

- Tiempo

- Medios de sensor, por ejemplo medios interruptores de luz, cámaras, sensores magnéticos, etc.

- Medios de sensor de pinzas.

35 5) Eventos/acciones:

- Herramienta se aproxima al objeto (a través de vector de aproximación)

40

- Herramienta se aleja del objeto

- Activar la herramienta (pinzas, disco de succión, pistola de pintura, etc.)

- Desactivar la herramienta (pinzas, disco de succión, pistola de pintura, etc.)

45 Las secuencias típicas de acciones realizadas por el robot durante las tres operaciones básicas anteriores comprenderán:

Una operación de recoger y colocar típica:

- | | |
|---------------------------|---|
| (a) Patrón de movimiento: | mover a posición inicial fija |
| (b) Disparador: | interruptor de luz |
| (c) Patrón de movimiento: | mover a posición controlada por distancia |
| (d) Acción: | aproximarse al objeto |
| (e) Acción: | activar herramienta |
| (f) Acción: | alejarse del objeto |
| (g) Patrón de movimiento: | a través de puntos de recorrido a posición fija |
| (h) Acción: | desactivar herramienta |
| (i) Patrón de movimiento: | a través de puntos de recorrido a posición inicial fija |

50

Un patrón típico de operación de movimiento:

- | | |
|---------------------------|---|
| (a) Patrón de movimiento: | mover a posición inicial fija |
| (b) Disparador: | interruptor de luz |
| (c) Patrón de movimiento: | mover a posición controlada por distancia |
| (d) Seguimiento: | seguimiento controlado por distancia |
| (e) Acción: | activar herramienta |

- | | |
|---------------------------|---|
| (f) Disparador: | tiempo |
| (g) Acción: | desactivar herramienta |
| (j) Patrón de movimiento: | a través de puntos de recorrido a posición inicial fija |

Una operación de carga típica:

- | | |
|---------------------------|---|
| (a) Patrón de movimiento: | mover a posición inicial fija |
| (b) Disparador: | interruptor de luz |
| (c) Patrón de movimiento: | secuencia de posición con sincronización |
| (d) Patrón de movimiento: | a través de puntos de recorrido a posición inicial fija |

5 La interfaz de usuario según la invención comprende asistentes, es decir, secuencias simples de imágenes de pantalla o menús por medio de los cuales el usuario puede especificar las operaciones estándar a realizar por el robot. Un asistente para la operación de recoger y colocar comprenderá una secuencia de imágenes de pantalla correspondiente a la secuencia de funciones de funcionalidades primitivas descritas anteriormente. A continuación se describirán formas de realización a modo de ejemplo de tales asistentes.

10 Con referencia a la figura 1, se muestra una vista en perspectiva esquemática de una forma de realización del robot según la invención, configurado para realizar una operación sencilla de recoger y colocar, comprendiendo la vista además definiciones de coordenadas cartesianas y esféricas para caracterizar las posiciones y orientaciones de diversos componentes del robot. En la figura 1(a) se proporcionan definiciones de coordenadas en relación con la base y las articulaciones del robot y en la figura 1(b) se proporcionan definiciones de la posición y orientación de la herramienta.

15 En la figura 1(a), la forma de realización mostrada de un robot según la invención se designa en general por el número de referencia 1 y consiste en una base 2, 2' que puede fijarse a una estructura circundante, que no se muestra. El robot según esta forma de realización de la invención consiste básicamente en dos secciones de brazo 4, 5 y 7, 8 conectadas a la base 2, 2' y la sección de muñeca 9, 9', 10, 10', 11, 11' que lleva una herramienta 12, respectivamente, que como ejemplo puede consistir en unas pinzas 12 mostradas esquemáticamente en las figuras 1(a) y (b). Entre la base 2 y la primera sección de brazo 5 se proporcionan unos primeros medios de interconexión que comprenden las secciones 3 y 3'. Los primeros medios de interconexión están montados para rotar sobre el eje longitudinal Z a través de la base 2, 2' como se indica mediante el ángulo α . Esta rotación se lleva a cabo a través de una articulación 2'. De manera similar la primera sección de brazo 4, 5 está montada para rotar sobre el eje longitudinal 16 a través de los medios de interconexión 3, 3' como se indica mediante el ángulo β . La primera sección de brazo 4, 5 está acoplada a la segunda sección de brazo 7, 8 a través de unos segundos medios de interconexión o articulaciones 6, 6', sobre cuyo eje longitudinal 17 está montada la segunda sección de brazo 7, 8 para su rotación (ángulo γ). En el extremo opuesto de la segunda sección de brazo 7, 8 está fijada la sección de muñeca 9, 9', 10, 10', 11, 11' que lleva una herramienta 12. Esta sección comprende tres ejes longitudinales perpendiculares entre sí 18, 19 y 20 a través de medios de interconexión correspondientes 9, 10 y 11. Con los medios de interconexión (o articulaciones) anteriores, la herramienta puede llevarse a cualquier posición en el espacio dentro del rango de operación máximo del robot y la herramienta puede orientarse además (por ejemplo inclinarse) en cualquier dirección en el espacio requerida para la tarea operativa real de la herramienta.

20 Para la forma de realización de seis articulaciones descrita anteriormente, puede especificarse la orientación de cada articulación mediante el ángulo de rotación sobre el eje de rotación correspondiente, es decir, los ángulos α , β , γ , δ , ϵ , μ en la figura. Alternativamente, pueden especificarse la posición (por ejemplo las coordenadas X, Y, Z de la herramienta: (Xt, Yt, Zt)) y puede especificarse la orientación de la herramienta definida por ejemplo por las coordenadas: balanceo, cabeceo, guiñada. Estas coordenadas se definen en la figura 1(b). Específicamente la coordenada balanceo indica una rotación sobre el eje longitudinal y' de la herramienta, cabeceo indica una rotación sobre el eje lateral x' a través de la herramienta y guiñada indica una rotación sobre el eje vertical z' a través de la herramienta. El sistema de control puede determinar el conjunto requerido de orientaciones angulares (ángulos de rotación α , β , γ , δ , ϵ , μ) de las articulaciones desde la posición/orientación (X, Y, Z, balanceo, cabeceo, guiñada) de la herramienta y viceversa.

25 Finalmente, la figura 1(a) muestra esquemáticamente la configuración de robot para su uso en la operación de recoger y colocar, en la que un objeto 14 (por ejemplo un trozo de chocolate) se coloca sobre un transportador 13 para recogerse y colocarse en una caja 15 situada adyacente al transportador. Durante este proceso, la herramienta del robot se desplaza desde una posición de recogida inicial o punto de recorrido w1 a través de varios puntos de recorrido elegidos w2, w3 a su destino de colocación final w4. Según la invención, el número y la posición en el espacio de estos puntos de recorrido pueden especificarse durante la sesión de programación del robot como se describirá en detalle a continuación.

30 En relación con la figura 1, se ha mostrado una forma de realización específica del robot según la invención, aunque el robot según la invención puede construirse de varias maneras diferentes, por ejemplo comprendiendo diferentes números de articulaciones. En las figuras 2, 3 y 4 se muestran tres formas de realización alternativas de este tipo.

Específicamente la figura 2 muestra una vista en perspectiva esquemática de una segunda forma de realización del robot según la invención que comprende tres articulaciones y la figura 3 muestra una vista en perspectiva esquemática de una tercera forma de realización del robot según la invención que comprende cuatro articulaciones. La figura 4 muestra finalmente una vista en perspectiva esquemática de una cuarta forma de realización de un robot según la invención (un denominado "robot Scara"). La forma de realización mostrada en la figura 1 hace en principio posible que la herramienta alcance cualquier posición y orientación en el espacio, pero en casos en los que se requieren movimientos más restringidos del robot y posiciones y orientaciones más restringidas de la herramienta, pueden aplicarse formas de realización menos complicadas como por ejemplo las mostradas en las figuras 2, 3 y 4.

5

10 Con referencia a la figura 5 se muestra una vista lateral en sección transversal esquemática de unos medios de interconexión o articulación según una forma de realización de la invención que comprenden los componentes principales: una transmisión 22, un motor 23 y medios de codificación y control 24. Estos últimos comprenden un codificador para registrar el ángulo de rotación α , β , γ , δ , ϵ , μ de la articulación particular. El codificador podría consistir en un codificador óptico (relativo/incremental o absoluto) que comprende por ejemplo un disco 26 montado para su rotación con el motor 23 y dotado de un patrón de aberturas pasantes a través de las cuales puede penetrar un haz de luz desde una fuente de luz colocada en un alojamiento 27. Los codificadores de este tipo se conocen para una diversidad de fines. El eje motriz del motor 25 que discurre longitudinalmente en los medios de interconexión es hueco con el fin de permitir el paso de cables eléctricos, no mostrados, entre las diversas partes del robot.

15

20 Con referencia a la figura 6 se muestra una vista lateral en sección transversal esquemática de dos medios de interconexión adyacentes (articulaciones) por ejemplo en la sección de muñeca del robot y los rodamientos 28, 29 utilizados en estos medios. Los rodamientos comprenden superficies de apoyo o casquillos 28', 28", 29', 29" inclinados con respecto al eje longitudinal X a través de la articulación. Estos rodamientos son ventajosos porque puede obtenerse una disposición de rodamiento libre de oscilaciones u holgura por medio de dos rodamientos de bolas o rodillos sencillos y económicos en lugar de utilizar los denominados "rodamientos de rodillos cruzados", que son mucho más caros, pero que pueden hacerse libres de oscilaciones u holgura y admitir una inclinación y fuerzas en todas las direcciones.

25

30 Utilizando las articulaciones según la invención como se muestra por ejemplo en las figuras 5 y 6, es posible proporcionar un robot modular, que puede diseñarse (por ejemplo con respecto al número de articulaciones) según aplicaciones individuales.

Un aspecto muy importante de la presente invención es proporcionar una interfaz de usuario que facilite la programación y el control del robot según la invención en tal medida que prácticamente cualquier persona pueda utilizar el robot. Los siguientes párrafos describen diversas formas de realización de tales medios de interfaz de usuario de programación y control.

35

40 Con referencia a la figura 7 se muestra una página de inicio de una aplicación de software de programación/control según la presente invención para su visualización en una interfaz de usuario. La interfaz de usuario, como se ha mencionado, puede proporcionarse como unidad externa dedicada, una especie de "control remoto" del robot o puede implementarse en un ordenador personal. Sin embargo, también es posible distribuir los medios de interfaz, con lo que una parte de éstos, por ejemplo la pantalla de visualización y medios de almacenamiento de información para almacenar combinaciones de parámetros seleccionadas, y descripciones del entorno se proporcionan en una unidad externa, mientras que unos medios de guía y sensor para guiar realmente el robot a través de la trayectoria en el espacio, que debe seguir para realizar la tarea requerida y para registrar las posiciones de la herramienta y articulaciones en el espacio, se proporcionan como unidades separadas, que podrían colocarse en lugares apropiados en la programación del robot. Tales medios separados también pueden utilizarse para determinar la posición y extensión especial de elementos/obstáculos y límites en el entorno. La página de inicio mostrada en la figura 1 comprende básicamente una sección de menú (a) y una sección de imágenes (b), y en este ejemplo se muestra una vista en perspectiva esquemática de otra forma de realización de un robot según la presente invención algo diferente de las descritas anteriormente. Aunque la siguiente secuencia de imágenes de pantalla mostrada en las figuras 8 a 14 muestran sólo la parte de menú (a), preferiblemente estas imágenes mostradas en la pantalla de visualización de la unidad de programación y control durante las sesiones de programación y/o control comprenderán tanto la parte de menú mostrada en la figura 1 en (a) como una presentación de DAO de un robot apropiado mostrado en (b) en la figura 1 correspondiendo la imagen de DAO del robot mostrado a la selección de parámetros de la parte de menú correspondiente. Dicho de otro modo, la imagen de DAO se mueve con los cambios de ajustes de parámetros realizados por medio de la parte de menú. También como se ha mencionado la imagen del robot (b) puede comprender representaciones gráficas de objetos, límites, etc. relevantes en el entorno.

45

50

55

60 El robot según la forma de realización mostrada de la invención se designa en general por el número de referencia 1 y comprende una base 2, articulaciones 3, 4 y 5, secciones de brazo 7 y 8 y un efector final 6 en la forma de realización mostrada en forma de pinzas. Opcionalmente pueden proporcionarse una o varias cámaras de visión 10 en el robot, en la forma de realización mostrada en las proximidades del efector final.

65

La parte de menú (a) designada en general por el número de referencia 11 incluye la página de inicio de la aplicación de software de control de la invención y proporciona al usuario una elección entre la creación de un programa nuevo, 12, la recuperación de un programa precargado, 13, un procedimiento de prueba y calibración, 14 y la ejecución del programa, 15.

5 Suponiendo que el usuario selecciona “Crear programa nuevo”, 12, la parte de menú mostrada en la figura 8 aparece (preferiblemente junto con la imagen de DAO del robot como se ha mencionado, aunque esta imagen se omite en las figuras siguientes).

10 La figura 8 muestra el menú “Crear programa nuevo” 16 seleccionado por el usuario. En este menú, el usuario puede elegir entre diferentes operaciones que realizará el robot. En el ejemplo mostrado en la figura 8, estas operaciones comprenden una operación de “recoger y colocar” 17, una “operación de llenar botellas” 18, una operación de “movimiento repetido” 19, una operación de “apilar” 20 y un programa vacío 21, que puede especificar el usuario.

15 Suponiendo que el usuario selecciona “recoger y colocar”, la parte de menú mostrada en la figura 9 aparece en la pantalla de visualización de la unidad de programación y control.

20 La operación de recoger y colocar comprende cuatro acciones que realizará el robot indicadas mediante 23, 24, 25 y 26 en la figura 9, y éstas pueden activarse por ejemplo mediante un ratón de ordenador o tocando el icono correspondiente en caso de una pantalla táctil. Específicamente 23 indica una operación de recoger, 24 indica el movimiento al destino a través de una secuencia de puntos de recorrido que se describirán a continuación, 25 indica la operación de colocar realizada por el efector final en el punto de destino y 26 indica el movimiento del efector final de vuelta a la posición inicial. Utilizando el menú mostrado en la figura 8 y las figuras siguientes, toda la operación de recoger y colocar puede definirse y almacenarse para su ejecución automática posterior por el robot.

30 Suponiendo que el usuario elige definir la operación de recoger, se activa el icono 23 y aparecerá la parte de menú 31 mostrada en la figura 10(a). Presionando sobre el icono de posición 35, puede especificarse la posición/orientación adoptada por diferentes partes del robot. Por tanto, presionando sobre el icono 32 (posición de herramienta), puede especificarse la posición de la herramienta en el espacio en el punto de recogida y presionando sobre el icono 33 (orientación de herramienta), puede especificarse la orientación de la herramienta en este punto. Si se desea puede especificarse la orientación angular (α , β ,) de cada una de las articulaciones de robot presionando sobre el icono 34 (articulaciones). En el ejemplo mostrado en la figura 10(a), se ha presionado sobre el icono de articulación 34 dando como resultado los medios de ajuste de orientación angular indicados por los números de referencia 37, 38, 39, 40, 41 y 42 correspondientes a cada una de las articulaciones del robot. Además, puede especificarse el evento que dispara la operación de la herramienta presionando sobre el icono de disparo 36 como se describe más abajo en relación con la figura 12.

40 En la figura 10(b) se muestra una imagen de pantalla alternativa 31' correspondiente a la mostrada en la figura 10(a), en la que se muestra una imagen generada mediante DAO 101 del robot en el campo de imagen 31". Mediante la aplicación de los iconos 102, 103 y 104, puede rotarse el robot, o bien el robot real o bien la imagen de DAO. La velocidad de rotación del robot y/o de las articulaciones del robot puede determinarse por medio del icono de control deslizante 105, con lo que será posible un ajuste grueso o fino del robot.

45 Definir la posición de la herramienta en el espacio requiere la especificación de tres coordenadas. Si se realiza desde la interfaz de usuario, puede realizarse de diversas maneras. Una posibilidad sería aplicar medios en la pantalla de visualización correspondientes a los mostrados en las figuras 10(a) o (b) para el ajuste de la orientación angular de las articulaciones, es decir, la imagen de pantalla podría incluir tres de los medios de ajuste mostrados en las figuras 10(a) o (b), uno para especificar la coordenada X, uno para la coordenada Y y uno para la coordenada Z de la herramienta. Alternativamente, las coordenadas podrían introducirse desde un teclado. Como alternativa adicional, podría utilizarse una imagen de pantalla como se muestra esquemáticamente en la figura 11(a). Se entiende que en lugar de especificar la posición de la herramienta mediante sus coordenadas cartesianas, si se desea, podrían aplicarse otros sistemas de coordenadas (esférico, cilíndrico, etc.). Cuando se manipulan los medios de control que especifican la posición de la herramienta, la imagen del robot 43 se mueve de manera correspondiente.

50 Así, con referencia a la figura 11(a) se muestra una página de pantalla 106 para especificar la posición de la herramienta. Según esta forma de realización, las coordenadas X, Y, Z de la herramienta pueden controlarse mediante los iconos correspondientes con forma de flecha 107, 108 y 109 en la figura 11(a). La velocidad de ajuste puede establecerse por medio del icono de control deslizante 96. Los iconos 93, 94 y 95 se introducen porque un robot puede comprender varias configuraciones de articulación dando lugar a la misma posición cartesiana de la herramienta. Por medio de los iconos 93, 94 y 95 es posible elegir entre ocho de éstas. Por ejemplo, es posible elegir entre una configuración en la que el codo del robot está en una posición superior o una posición inferior, etc.

65 Con referencia a la figura 11(b) se muestra una página de pantalla 110 para especificar la orientación de la herramienta estableciendo las coordenadas: balanceo, cabeceo y guiñada por medio de los iconos de flecha 98 y

97, respectivamente. Los iconos 99 y 100 se utilizan para posicionar la herramienta del robot en vertical y horizontal, respectivamente.

5 Como alternativa adicional para especificar la posición de la herramienta (y su orientación y de hecho todos los movimientos del robot), podría utilizarse una palanca de mando o un ratón 3D. Según la invención también podría utilizarse un ratón 3D para otros fines de programación y control. Por ejemplo podría utilizarse un ratón 3D para registrar la posición y extensión espacial de objetos y límites en el entorno, tales como obstáculos a evitar por el robot y límites del área de trabajo en el sitio de aplicación. Como se ha mencionado, esta información podría almacenarse en medios de almacenamiento conectados al sistema de control para su posterior recuperación y aplicación.

15 Con referencia a la figura 12 se muestra la parte de menú 45 que aparecerá en la pantalla de visualización de la interfaz de usuario si se presiona sobre el icono 36 (disparador) en la parte de menú mostrada en la figura 10(a). Utilizando la parte de menú 45, pueden especificarse diversos parámetros que definen el disparo de la herramienta durante la operación de recogida. Los números de referencia 46, 47, 48 y 49 indican cuatro parámetros de disparo de este tipo, pero se entiende que también podrían utilizarse otros parámetros. Específicamente 46 indica una opción en la que no se aplica ningún evento de disparo, es decir, el robot realiza la operación lo más rápido posible. El número de referencia 47 indica la activación de la herramienta después de que el objeto se haya desplazado una distancia determinada, que puede especificarse en la parte de menú 45, y que en el ejemplo mostrado asciende a 20 10 cm después de un evento de disparo, por ejemplo el paso del objeto a través de un interruptor de luz. Alternativamente como se indica por el número de referencia 48, la herramienta puede activarse después de que el objeto se haya desplazado por un intervalo de tiempo dado después del evento de disparo, pudiendo especificarse el intervalo en la parte de menú 45 y que en el ejemplo mostrado asciende a 0,01 segundos. Como alternativa adicional, la herramienta puede proporcionarse por medios de sensor que proporcionan una señal al sistema de control del robot, activando así la herramienta. Esta opción se indica por el número de referencia 49 en la figura 12. Es posible elegir entre diferentes sensores y/o ubicaciones de sensor como se indica por el número de referencia 50.

30 La siguiente etapa en el procedimiento de programación se muestra en la figura 13 y consiste en especificar un número adecuado de puntos de recorrido a través de los cuales se moverá la herramienta del robot de una posición inicial a una posición final y de vuelta a la posición inicial. La parte de menú 51 correspondiente a esta etapa se muestra en la figura 13. La trayectoria en el espacio de la posición inicial a la final de la herramienta puede ser igual que la trayectoria seguida por la herramienta al volver de la posición final a la inicial aunque también pueden seleccionarse y especificarse trayectorias diferentes si resulta apropiado. Después de presionar sobre el icono 52, pueden especificarse los puntos de recorrido mediante sus coordenadas en el espacio, por ejemplo de la misma manera mostrada y descrita anteriormente en relación con la figura 10. Alternativamente, puede colocarse un ratón 35 3D o dispositivo similar en los diferentes puntos de recorrido y las coordenadas correspondientes pueden introducirse en el sistema de control del robot directamente desde el ratón. De hecho, sería posible rastrear toda la trayectoria continua en el espacio de la herramienta y almacenarla en el sistema de control en lugar de almacenar varios puntos distintos en el espacio. En principio sería posible en determinadas circunstancias no especificar ningún punto de recorrido en absoluto, aunque habitualmente será necesario al menos un punto de recorrido entre la posición inicial y la final de la herramienta. El número seleccionado se indica en la parte de menú 51 en 53, y los puntos de recorrido pueden eliminarse o añadirse en 54 y 55.

45 Con referencia a la figura 14, se describen las dos etapas de programación restantes de una operación de recoger y colocar, es decir, la especificación de la posición y el disparo de la operación de colocar la herramienta en la posición final y el retorno de la herramienta a la posición inicial. La especificación de estas etapas corresponde a la especificación de la posición inicial y al disparo de la herramienta y al movimiento de la herramienta a través de un número seleccionado de puntos de recorrido de la posición inicial a la final de la herramienta y por tanto, a continuación, sólo se describirá brevemente. En la parte de programa 60 de la página, la posición y el disparo de la herramienta seleccionados anteriormente durante la recogida y el movimiento de la posición inicial a la final pueden recuperarse de los iconos 35, 36 y 52. Los eventos/procedimientos/medios de sensor de posición y disparo pueden especificarse en los iconos 57 y la trayectoria de retorno de la posición final de vuelta a la inicial puede especificarse en el icono 58.

55 Tras la especificación de todos los parámetros pertinentes relativos a la operación de recoger y colocar, el programa está listo para su ejecución. El inicio del programa desde el icono 59 dará como resultado que tanto el robot físico como su imagen (representación de DAO) en la pantalla lleven a cabo las operaciones programadas lentamente con el fin de determinar la operación correcta y libre del robot. Después de esta etapa de control, el robot está listo para una operación normal.

60 Con referencia a las figuras 15 a 23 se mostrará y describirá brevemente una forma de realización alternativa de un "asistente" de programa utilizado para programar el robot según la invención. Estas figuras muestran una secuencia de imágenes de DAO de un robot según una forma de realización de la invención mostradas en la pantalla de visualización de la interfaz de usuario durante las diversas fases de programación del robot. El movimiento real del robot, y por tanto, su imagen generada por DAO en la pantalla de interfaz, tendrá lugar en este caso conduciendo realmente el robot físico a través de las diversas etapas realizadas durante la programación del robot.

Alternativamente, el robot podría controlarse de una manera correspondiente a la descrita anteriormente en relación con las figuras 7 a 14. Junto con la descripción de esta secuencia de movimientos del robot en relación con la figura 18 se describirán específicamente medios y procedimientos para controlar la recogida de un objeto por la herramienta del robot.

5 Por tanto, con referencia a la figura 15 se muestra una imagen de pantalla de una página de inicio 61 del asistente de programación según esta forma de realización de la interfaz de usuario de la presente invención. Específicamente la página comprende una parte de menú 62 y una imagen (representación de DAO) de un robot 63 según una forma de realización de la invención. El robot 63 está dotado de una herramienta de pinzas 64 y dos
10 cámaras 65 utilizadas (entre otras cosas) para especificar el objeto que va a agarrarse y manipularse por el robot. La siguiente serie de figuras se refieren de nuevo a una operación de recoger y colocar, pero se entiende que utilizando esta forma de realización de un asistente según la invención también podrían programarse muchas otras operaciones. En la parte de menú 62 se especifica el tipo de operación, que en el ejemplo mostrado comprende dos operaciones: (1) colocar y (2) recoger y colocar. Se elige la última como se ha mencionado.

15 Con referencia a la figura 16 se muestra la página 66 presentada al usuario durante la operación de programación. En 67 el usuario especifica si el objeto va a recogerse basándose en posición, color o posición activada por sensor. La opción de color se elige como se indica mediante la flecha.

20 Con referencia a la figura 17 se muestra la página siguiente 68 mostrada durante la operación de programación que comprende la indicación de usuario de la región 70 en la que se recogerán objetos. Como se explica en 69, esta región 70 se especifica conduciendo realmente la herramienta del robot a lo largo de todo el límite de la región. Alternativamente puede ser suficiente definir la región 70 por un número limitado de puntos distintos, por ejemplo las esquinas c1, c2, c3 y c4 de la región 70. Esto puede ser suficiente en caso de regiones de recogida de geometría
25 sencilla. El texto en danés en 69 dice en realidad en la traducción: "Ahora desplace el robot a lo largo del borde de la región en la que tiene que buscar objetos, que puede recoger. [Continuar>]".

Con referencia a la figura 18 se muestra la página siguiente 71 utilizada en una primera etapa en un procedimiento de identificación de objetos según la invención. Como se indica en 72 (traducción: "desplace el robot hasta una
30 altura, en la que pueda verse toda la región de recogida en la imagen. [Continuar>]") la herramienta del robot se eleva por encima de la región de recogida definida 70 hasta una elevación tal que toda la región de recogida pueda verse en la imagen 73 grabada por medio de al menos una de las cámaras 65 colocada adyacente a la herramienta 64, pudiendo verse una parte en la imagen 73 junto con la imagen 74' del objeto 74.

35 Con referencia a la figura 19 se muestra la página siguiente 75 presentada al usuario y que comprende la siguiente etapa del procedimiento de identificación o segmentación de objetos según esta forma de realización de la invención. El texto en 76 dice en la traducción: "elija un procedimiento de segmentación que dé como resultado que todo el objeto, y sólo el objeto, tenga el color azul. [Continuar>]". Podrían aplicarse diferentes procedimientos de este tipo pero se elige un procedimiento específico ("Procedimiento 2") como se indica mediante la flecha en el campo 77
40 en la página 75. La página 75 comprende además la imagen 73 grabada por la al menos una cámara 65 con la imagen del objeto 74 grabada por la cámara. Además, en la página 75 se muestra un segundo campo de imagen 78 ("Imagen segmentada") que incluye una versión segmentada 79 del objeto. Los procedimientos de segmentación utilizados en la invención podrían basarse en algoritmos de detección de manchas conocidos de diversas aplicaciones de procesamiento de imágenes, según los cuales se identifican "manchas" en una imagen, es decir, áreas en las que la luminosidad está por encima o por debajo de un valor particular, por ejemplo el valor de las partes adyacentes de la imagen. En el segundo campo de imagen 78, indicado en la figura 19 por el número de referencia 79 puede mostrarse una imagen segmentada del objeto 74, es decir, una imagen del objeto tras el procesamiento de imágenes. Según la invención, la segmentación puede tener lugar haciendo clic en un punto (pixel) en la imagen sin procesar 74' del objeto 74, es decir, el objeto que debe reconocerse por el sistema de robot o alternativamente en las partes circundantes 81 de la imagen 73. El objeto podría ser, por ejemplo, un trozo marrón de chocolate y el entorno una cinta transportadora de un color diferente. El hacer clic en la imagen 74' del objeto 74 da como resultado la visualización de una versión procesada 79 del objeto. Si el usuario decide que el procesamiento no ha podido realizar una identificación (distinguir el objeto suficientemente bien del entorno), el usuario puede hacer clic en otro punto (pixel) de la imagen sin procesar 74 del objeto y así conseguir una
50 segmentación más satisfactoria del objeto. Desde la interfaz de usuario también pueden ajustarse diversos otros parámetros del proceso de segmentación. Tras una segmentación satisfactoria, el algoritmo que ejecuta el procesamiento de imágenes puede almacenar información relativa a la forma de la imagen del objeto y utilizar esta información para el reconocimiento posterior de objetos por el sistema de control del robot.

60 Con referencia a la figura 20 se muestra la página 82 correspondiente a la siguiente etapa en la operación de programación, es decir, la etapa de especificar el movimiento de la herramienta en el espacio desde el punto de recogida inicial (I) hasta el punto final (colocación) (II). Como se indica por el número de referencia 83 (traducción: "Ahora desplace el robot del área de recogida al área de colocación. [Continuar>]"), se pide al usuario que conduzca el robot físico (herramienta) a través de la trayectoria deseada 84 en el espacio y esta trayectoria o bien puede grabarse y almacenarse en su totalidad en el sistema de control del robot o bien alternativamente pueden grabarse y almacenarse diversos puntos de recorrido específicos a lo largo de la trayectoria.

Con referencia a la figura 21 se muestra la página 85 correspondiente a la operación de colocación en la operación de recoger y colocar. Como se indica por el número de referencia 86 (traducción: “El objeto debe colocarse basándose en: posición; color; posición activada por sensor”, se pide al usuario que indique si los objetos deben colocarse basándose en la posición, el color o la posición activada por sensor. En el ejemplo mostrado, la opción de posición se elige como se indica mediante la flecha.

Con referencia a la figura 22 se muestra la página 87 utilizada para la especificación del usuario de las posiciones 89, en las que se colocarán los objetos durante la operación de colocación. Como se indica por el número de referencia 88 (traducción: “Desplace el robot alrededor de las posiciones en las que debe colocar objetos” [Continuar>]), se pide al usuario que conduzca el robot (herramienta) a las posiciones 89, en las que se colocarán objetos. En cada una de estas posiciones, las coordenadas de la posición se cargan en el sistema de control del robot. También podrían utilizarse procedimientos alternativos para indicar las posiciones de colocación al sistema de control del robot. Por tanto, por ejemplo podría utilizarse como alternativa la opción “paleta” mencionada anteriormente según la cual se especifican esquinas, número de filas y columnas o un patrón de posiciones.

Con referencia a la figura 23 se muestra la última página 90 del asistente de programación según esta forma de realización de la invención. Como se indica por el número de referencia 91 (traducción: “Definición de tarea completada. Presione continuar para llevar a cabo prueba lenta del programa. [Continuar>]), la programación del robot ha terminado y puede realizarse una operación de control y supervisión lenta del robot presionando sobre el icono 92 en la página 90.

Según la invención la programación del robot se facilita mediante diversas características de la interfaz de usuario y/o sistema de control del robot. Por tanto, según una forma de realización específica de la invención, la interfaz de usuario comprende medios de visualización gráfica 3D para mostrar una representación gráfica 3D del robot y opcionalmente también su entorno. La representación 3D del robot se mueve durante la programación y opcionalmente también durante la operación real del robot en la pantalla, lo que facilita enormemente la programación del robot, también teniendo en cuenta el riesgo de colisión de partes del robot con el entorno. Además, la programación del robot se facilita enormemente mediante el uso de asistentes como ya se ha descrito y, según la invención, estos asistentes pueden comprender plantillas almacenadas correspondientes a operaciones específicas, plantillas que pueden preprogramarse en el sistema de control o interfaz de usuario del robot. Por tanto, un experto en la técnica de programación de robots puede crear y almacenar plantillas en el sistema de robot o interfaz según la invención con el efecto de que un usuario, que carezca de rutina en la programación del robot, pueda programar el robot para llevar a cabo tareas incluso bastante complicadas, sin que el usuario se vea forzado a tomar más decisiones durante la programación del robot de lo absolutamente necesario. Esto hace que la programación sea más rápida y sencilla y acorta el tiempo necesario para que un usuario inexperto se familiarice con y realmente lleve a cabo la programación del robot.

En cualquier etapa durante la programación (y opcionalmente durante una ejecución de prueba de visualización posterior del programa en el robot y/o durante la operación real del robot), el usuario puede elegir entre una representación 3D del robot en la pantalla de la interfaz de usuario (para proporcionar una visión global de la operación del robot) y la visualización de valores de parámetros reales, coordenadas, etc. en un caso dado de la operación. Como se ha mencionado, una representación 3D también puede comprender el entorno del robot. La capacidad según la invención para cambiar entre representaciones 3D del robot y el entorno y conjuntos de valores de parámetros reales, coordenadas, etc. facilita enormemente la programación y optimización del movimiento del robot, que, posiblemente junto con las plantillas preprogramadas mencionadas anteriormente, hace que la programación y operación del robot según la invención sean muy sencillas incluso para una persona poco experimentada.

Como se ha mencionado, el propio robot, mediante el uso de los medios de codificación y control 24 mencionados anteriormente en las articulaciones del robot y/o sensores adicionales previstos en el robot, también puede utilizarse para programar el robot, es decir, para especificar la trayectoria de movimiento en el espacio de la herramienta montada en el robot y/u otras partes del robot, sin necesidad de calibrar el sistema, puesto que el robot utiliza los mismos sensores, codificadores, etc. para indicar la posición, que el usuario desea definir y para llevar realmente el robot a la posición deseada. Mediante el uso del propio robot (a través de los sensores, codificadores, etc.), con el robot también pueden especificarse objetos en el entorno, tales como objetos a recoger u obstáculos a evitar. Para una persona no familiarizada con el control de robot a través de una interfaz puede ser una manera preferida intuitiva de programar el robot. La ejecución del programa conseguido y almacenado de esta manera puede monitorizarse posteriormente en la pantalla en la interfaz de usuario y modificarse en caso necesario. Por tanto, puede realizarse una primera programación aproximada del robot utilizando el propio robot seguido de un ajuste más fino y detallado de la programación, que puede dar como resultado una programación más rápida e incluso más óptima del robot, en particular cuando la programación se realiza por un usuario poco experimentado.

Con referencia a la figura 24 se muestra una forma de realización adicional de una imagen de pantalla de una interfaz de usuario según la invención. La imagen muestra tanto una representación gráfica 3D 111 de un robot 112 según una forma de realización de la invención como una lista de etapas de programa 113 correspondientes a una

operación virtual o real (movimiento a través de los puntos de recorrido y acciones a realizar en diferentes etapas durante la ejecución del programa) del robot. En la representación 3D se muestra la trayectoria del movimiento 114 de la parte/herramienta más externa 116 del robot 112 a través de una secuencia de puntos de recorrido 115 (se mencionan un total de siete puntos de recorrido en la lista de etapas de programa 113, estando uno de ellos oculto
 5 detrás del robot en la representación gráfica). La etapa "acción" en la lista de etapas 113 dispara una acción específica de la herramienta que se lleva a cabo cuando la herramienta llega a un punto de recorrido específico (por ejemplo que se aplica una tensión a uno de los canales de salida digital del sistema de robot, que provoca la activación de una boquilla de pulverización en la herramienta, pulverizando por ejemplo pintura sobre un objeto. De esta manera es posible indicar el punto en la trayectoria de movimiento 114 en el que comenzará la pulverización).
 10 La imagen en sombra 117 del robot corresponde al punto de recorrido indicado por 118 en la figura 24. La imagen en sombra del robot indica el movimiento virtual del robot y la posición virtual del robot en los diferentes puntos de recorrido, proporcionando así al usuario una indicación de cómo se ubicarán las diferentes partes (articulaciones, secciones de brazo y herramienta) del robot real en el espacio real, cuando la herramienta esté colocada en un punto de recorrido específico. Si, por ejemplo, también se incorpora en la imagen de pantalla una representación
 15 gráfica 3D de obstáculos o regiones prohibidas en el entorno del robot, un usuario puede decidir por ejemplo si existe riesgo de colisión de partes del robot con objetos en el entorno y si son necesarias modificaciones de la trayectoria de movimiento de diferentes partes del robot con el fin de determinar que no se producirán colisiones durante la operación real del robot.

20 Con referencia a la figura 25 se muestra otra imagen de pantalla en la interfaz de usuario según la invención que comprende una representación 3D 119 del robot, un campo 120 que especifica los movimientos de la herramienta (consiguiéndose los diferentes movimientos de la herramienta presionando sobre los iconos 121, 122, 123, 124 y 125). Mediante el uso de los iconos de flecha es posible para el usuario cambiar la posición y/o la orientación de la herramienta (de una manera algo parecida a lo que se describe en relación con la figura 11(a) anteriormente). Según
 25 la forma de realización mostrada, las manipulaciones de la herramienta por medio de los iconos 121 a 125 tienen lugar en relación con el mismo punto de vista que la representación 3D que se indica por el número de referencia 119 en la figura 25.

Además, la imagen de pantalla comprende un campo 122 ("Mover articulaciones"), por medio del cual el usuario
 30 puede mover (rotar) cada articulación específica por separado en lugar de mover la herramienta (campo 120), dando como resultado normalmente el movimiento de la herramienta que se mueva (rote) más de una articulación simultáneamente. El uso de la función "Mover articulaciones" puede ser útil por ejemplo en aquellos casos en los que es evidente para el usuario que la posición deseada de la herramienta puede alcanzarse simplemente controlando una única articulación. Los valores numéricos 126 podrían indicar la rotación relativa de cada
 35 articulación específica o la rotación relativa de la articulación de base (en radianes o grados), aunque podrían utilizarse otras indicaciones y en cualquier caso no son de importancia primordial para un promedio utilizado. Las indicaciones pueden omitirse por completo, si se desea. La posición de la herramienta en coordenadas XYZ se indica en 127. Los iconos a los que se hace referencia con 128, 129 y 130 permiten elegir diferentes espacios de configuración. En la práctica el robot puede llegar a la misma posición y orientación (postura) de la herramienta de
 40 varias maneras diferentes. El robot según esta forma de realización de la invención tiene ocho maneras diferentes en las que puede alcanzarse una postura dada de la herramienta. Por tanto, por ejemplo, la parte de codo del robot puede dirigirse bien hacia arriba o bien hacia abajo. La parte de hombro también puede girarse 180 grados y la muñeca también puede girarse de modo que la "mano" se dirija hacia la base del robot.

45 Con referencia a las figuras 26 y 27 se muestran dos formas de realización de un robot de seis ejes según la invención. La construcción cinemática de este robot se elige de modo que se obtengan las características siguientes:

(1) La construcción de cada articulación es lo más sencilla posible.

50 (2) El robot comprende un mínimo de diferentes tipos de articulaciones.

(3) Los elementos que conectan cada articulación son ligeros, rígidos y lo más económicos posible.

55 (4) El diseño del robot garantiza una relación entre carga útil y peso del propio robot de al menos 1/3.

Para hacer que cada articulación del robot sea lo más sencilla posible, cada articulación tiene sólo un grado de libertad, rotación sobre un eje a través de la articulación, y las conexiones de la articulación con los elementos de conexión se proporcionan a un ángulo de 90 grados entre sí.

60 Con referencia a la figura 26 se muestra una primera forma de realización de un robot de seis ejes según la invención que tiene las características anteriores. El robot comprende los ejes A1 a A6. Este robot tiene la estructura cinemática: balanceo-cabeceo-cabeceo-cabeceo-balanceo-guiñada y comprende sólo dos tipos de articulaciones, tres de cada tipo, dos tipos de elementos de conexión en forma de tubos con paredes delgadas, un elemento de ángulo y un elemento de pie.

65

Con referencia a la figura 27 se muestra una segunda forma de realización de un robot de seis ejes según la invención que tiene las características anteriores. El robot comprende los ejes A1 a A6. Este robot tiene la siguiente estructura cinemática: balanceo-cabeceo-cabeceo-balanceo-cabeceo-balanceo y comprende tres tipos de articulaciones, dos de cada tipo, dos tipos de elementos de conexión en forma de tubos con paredes delgadas, comprendiendo cada uno una brida adaptadora correspondiente y un elemento de pie.

Con referencia a la figura 28 se muestra una vista en sección transversal a través de una articulación según una forma de realización de la invención. La articulación comprende elementos mecánicos, electromecánicos, electrónicos y ópticos que están interconectados entre sí, o bien directamente a través de conectores eléctricos o bien a través de acoplamiento inalámbrico, por ejemplo óptico, a otros elementos. Para garantizar el montaje y la conexión más sencillos y directos de estos elementos resulta ventajoso si el mayor número posible de estos elementos se proporcionan en una placa de circuito impreso 131 (PCB). En la figura 28 se muestra una vista en sección transversal a través de una forma de realización de una articulación, que puede utilizarse en los robots de seis ejes mostrados en las figuras 26 y 27, pero se entiende que esta articulación también podría utilizarse en relación con otros robots.

En la forma de realización mostrada, se utilizan unos codificadores ópticos 132, 133 y se implementa un freno de seguridad 134, 135 utilizando un solenoide 134 muy pequeño. El freno está diseñado de modo que el solenoide 134 pueda activar y desactivar el freno con una fuerza muy limitada.

El codificador 133 utilizado para determinar la posición (orientación angular del eje/rotor) del motor (orientación angular) está montado en la superficie trasera de la PCB 131. El motor mostrado en la figura 28 comprende una parte de estator 136 y una parte de rotor 137.

El codificador 132 utilizado para determinar la orientación angular del eje de salida 138 o brida de salida 139 de la articulación está montado en la superficie frontal de la PCB o en una toma en la superficie frontal de la PCB 131. Preferiblemente se utiliza un codificador de alta resolución y la corta distancia entre el eje hueco 138 y el codificador es importante con el fin de alcanzar una colocación apropiada del sensor y del disco codificador entre sí. Con el fin de poder detectar el movimiento (rotación) de la brida de salida 139 en la PCB 131 a través de la articulación el disco codificador 140 está montado en el eje hueco 138 a través del que se guían conexiones eléctricas y neumáticas 141 a través de la articulación y el eje hueco 138 está conectado a la brida de salida 139.

El freno de seguridad 134, 135, que detiene el robot 137 por ejemplo en caso de corte de electricidad, está formado como parte integrante de la PCB 131. El solenoide 134, que en caso de corte de electricidad desplaza un trinquete 142 acoplándolo con un elemento anular 135 montado en el eje de motor 143, está montado directamente en la PCB 131. Este elemento anular 135 (anillo de fricción) puede rotar con respecto al eje de motor, aunque existe una alta fricción entre el elemento anular y el eje de motor 143. Esto garantiza una parada controlada de la articulación pero sin parar la articulación de manera tan abrupta que se sobrecargue el brazo de robot. En la figura, la fricción entre el elemento anular 135 y el eje de motor 143 se garantiza mediante juntas tóricas 144 perfectamente encajadas entre el eje de motor 143 y el elemento anular 135 (anillo de fricción).

Además, la articulación según esta forma de realización de la invención está diseñada de modo que pueden unirse entre sí articulaciones adyacentes sin el uso de elementos adicionales. La unión de la articulación a una articulación o elemento de conexión adyacente (por ejemplo un tubo de pared delgada) tiene lugar a través de la brida de salida 139 y la parte de conexión 145 en el alojamiento 146 de la articulación. Aparte de esto, las articulaciones del robot según la invención pueden acoplarse entre sí con elementos adecuados, por ejemplo tubos de pared delgada, lo que constituye una elección preferida por su relación rigidez/peso óptima. Además, la articulación según esta forma de realización de la invención comprende una junta hermética 147 entre el alojamiento 146 y la brida de salida 139, rodamientos principales 148 que se apoyan en partes de superficies internas inclinadas (superficies de apoyo) 155 previstas en el alojamiento 146, rodamientos sellados 149, una transmisión 150, al menos un paso 151 para las conexiones de una articulación o elemento de conexión adyacente, un área/espacio (152) para un anillo de rozamiento y para cables retorcidos 141, cuando rotan los elementos de salida 138, 139, rodamientos 153 adicionales y una placa 154, por ejemplo de aluminio u otro material adecuado, para montar la PCB 131 y también para actuar como disipador de calor para la electrónica de potencia en la articulación.

En lugar de un par de rodamientos de agujas de contacto angular de empuje mostrados en la figura como disposición de rodamiento principal en la articulación, podría utilizarse un solo rodamiento de bolas de cuatro puntos de contacto o un solo rodamiento de rodillos cruzados o un par de rodamientos de bolas de contacto angular.

Además, en lugar de la disposición de engranajes excéntricos con un solo piñón excéntrico podría utilizarse una disposición de engranajes excéntricos con 2 piñones, con desplazamiento de fase de 180 grados, o 3 piñones, con desplazamiento de fase de 120 grados. Alternativamente, podría utilizarse un engranaje de transmisión armónico en la unidad, con o sin un rodamiento de salida integrado.

Aunque anteriormente se han mostrado y descrito varias formas de realización específicas, se entiende que la presente invención, tanto el propio robot como los medios de interfaz de usuario utilizados para programar y

5 controlar el robot y todo el sistema de control como tal pueden implementarse de varias maneras diferentes. Por tanto, por ejemplo pueden diseñarse numerosas páginas de menú alternativas en la interfaz de usuario. Por tanto, el alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas que incluyen equivalentes técnicos de las mismas. Además se entiende que los medios de interfaz de usuario de la invención también pueden utilizarse en relación con otros robots que los mostrados, descritos y reivindicados en la presente solicitud y que esto también es aplicable a los elementos electromecánicos del robot, tales como las articulaciones con medios de accionamiento, codificadores, etc.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una articulación para un robot que comprende un freno de seguridad que comprende un solenoide (134) que con la activación del freno desplaza un trinquete (142) acoplándolo con un elemento anular (135) montado en el eje de motor (143), en la que el elemento anular (135) puede rotar con respecto al eje de motor (143), pero con fricción entre el elemento anular (135) y el eje de motor (143).
- 10 2. Una articulación según la reivindicación 1, caracterizada por que dicho solenoide está montado en una placa de circuito impreso (131) que es fija con respecto al alojamiento (146) de la articulación.
3. Una articulación según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que comprende medios codificadores (132) para detectar la orientación angular de un eje de salida (138) o brida de salida (139) y medios codificadores (133) para detectar la orientación angular del motor (136, 137).
- 15 4. Una articulación según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizada por que comprende un eje de salida (138) y/o una brida de salida (139) para acoplarse a una articulación o elemento de conexión adyacente y una parte de conexión (145) para acoplarse a una articulación o elemento de conexión adyacente.
- 20 5. Una articulación según la reivindicación 4, caracterizada por que dicha parte de conexión (145) se proporciona sustancialmente a 90 grados con respecto a dicho eje de salida (138) y/o brida de salida (139).
6. Una articulación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, caracterizada por que el alojamiento (146) está dotado de un espacio (152) para albergar cables (141) u otros medios de conexión.
- 25 7. Una articulación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, caracterizada por que comprende rodamientos (148) que se apoyan en partes de superficies internas (155) o superficies de apoyo o casquillos (28', 28'', 29', 29'') que se proporcionan en el alojamiento (146) que están inclinados con respecto al eje longitudinal X a través del alojamiento.
- 30 8. Una articulación según cualquier reivindicación anterior, en la que en caso de corte de electricidad el solenoide (134) desplaza el trinquete (142) acoplándolo con el elemento anular (135).
- 35 9. Una articulación según cualquier reivindicación anterior, en la que la articulación tiene sólo un grado de libertad, concretamente, la rotación sobre un eje a través de la articulación, y se proporcionan conexiones de la articulación con elementos de conexión a un ángulo de 90 grados entre sí.

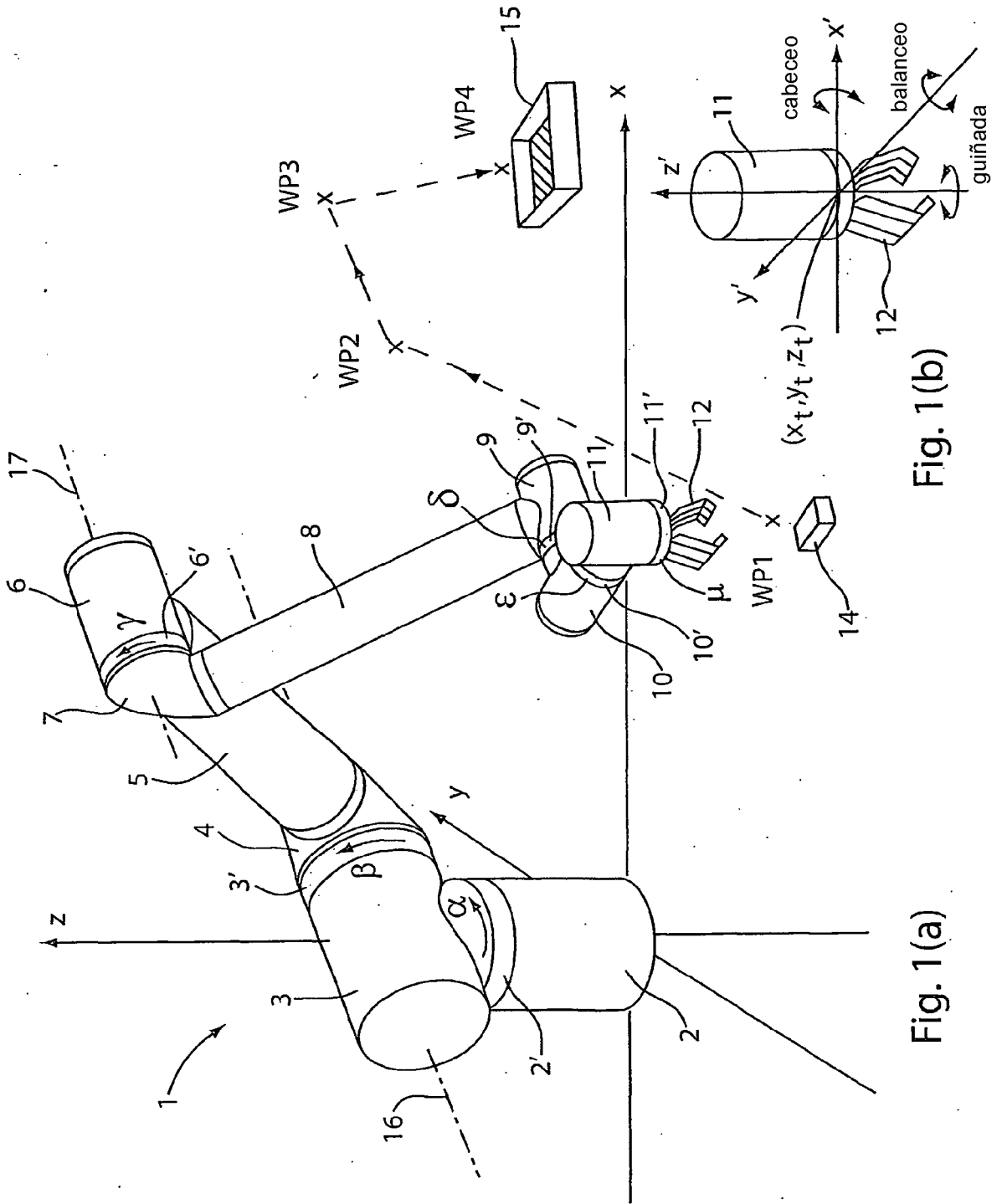


Fig. 1(b)

Fig. 1(a)

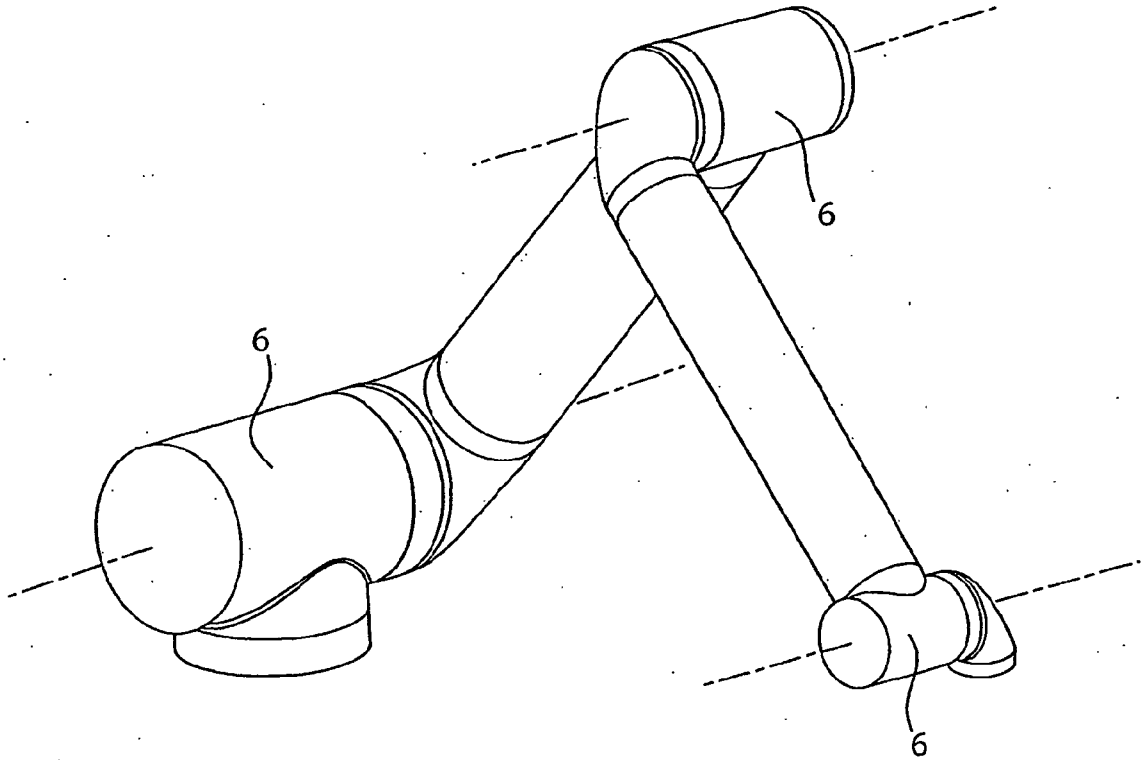


Fig. 2

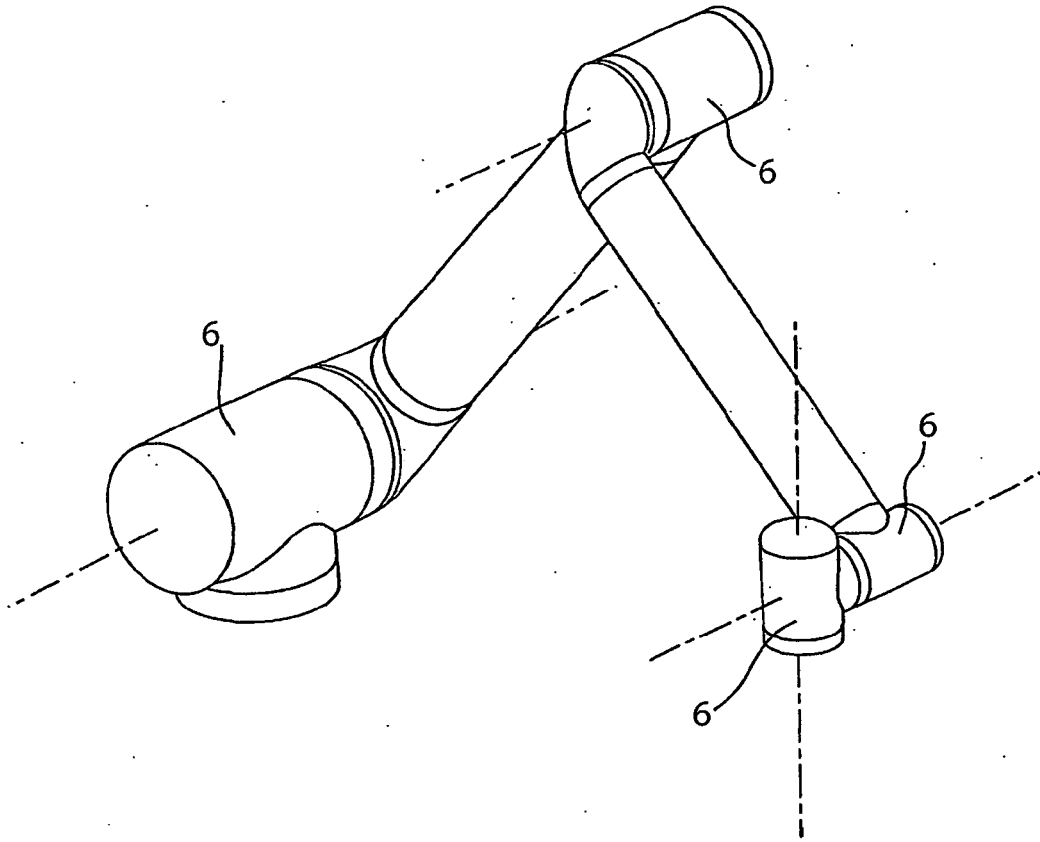


Fig. 3

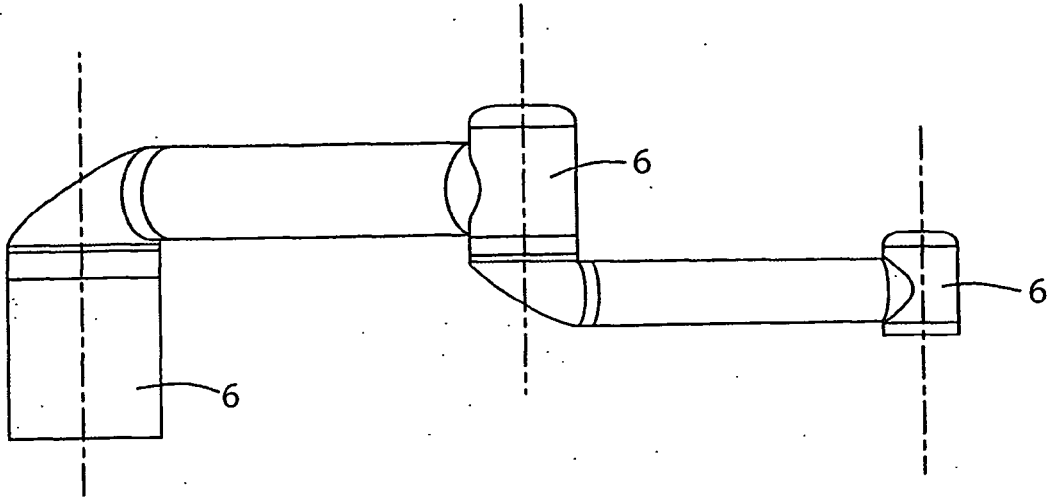


Fig. 4

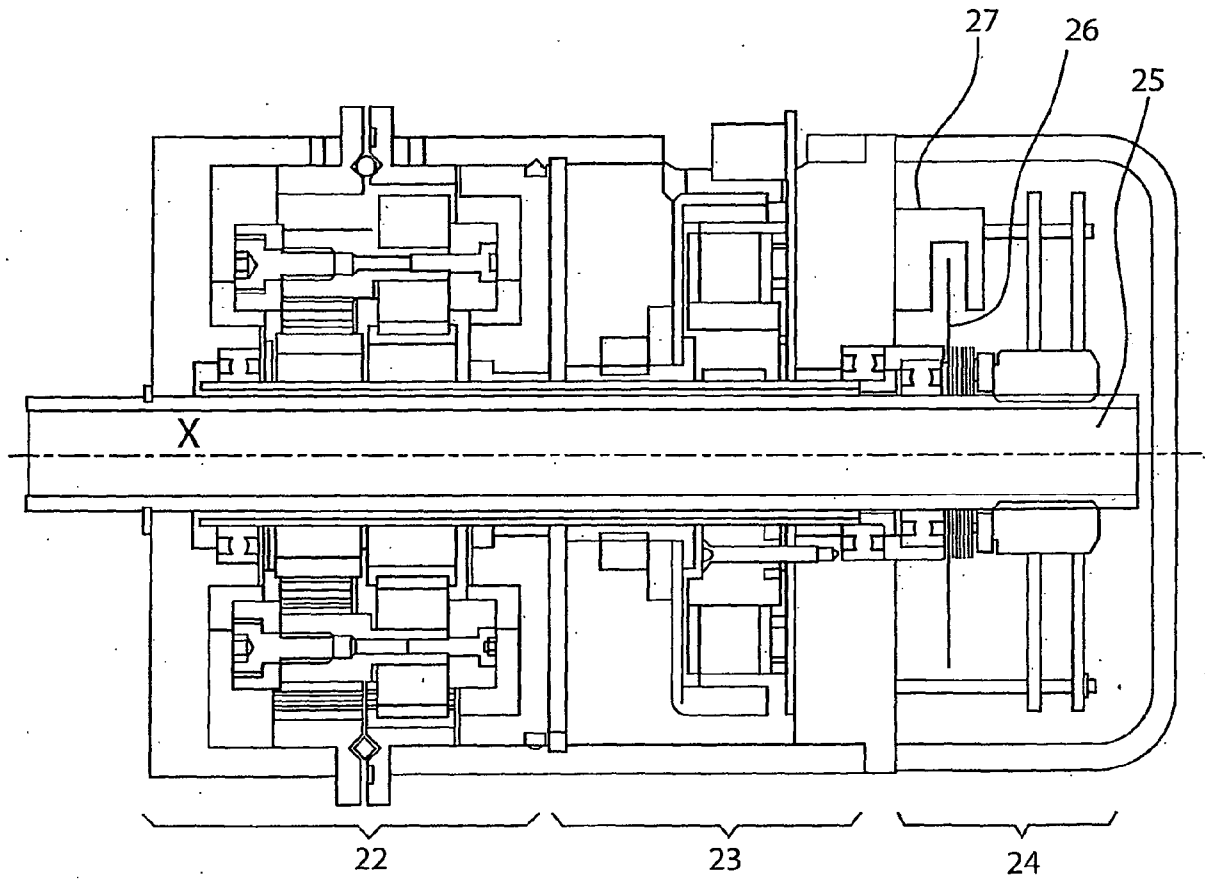


Fig. 5

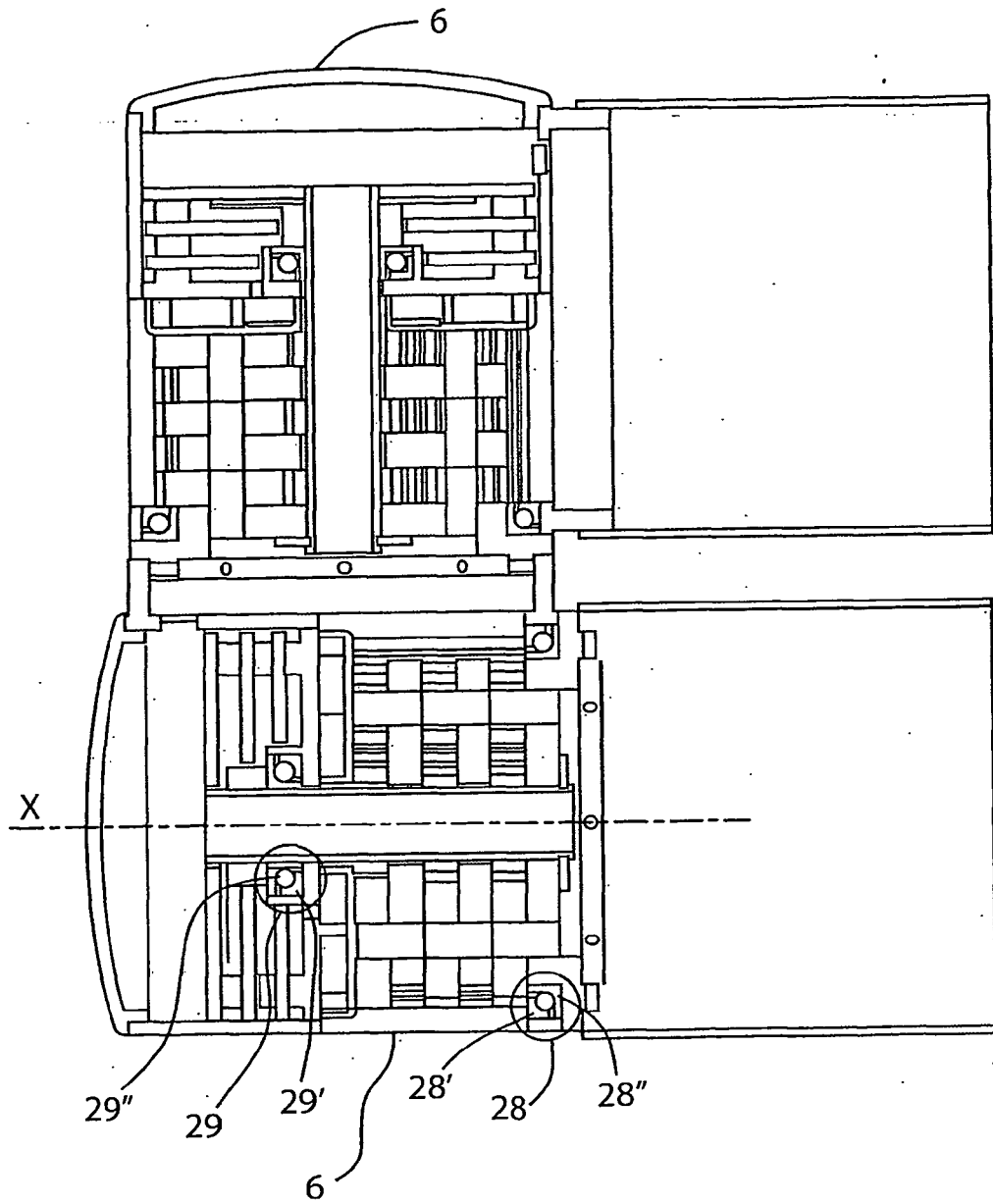


Fig. 6

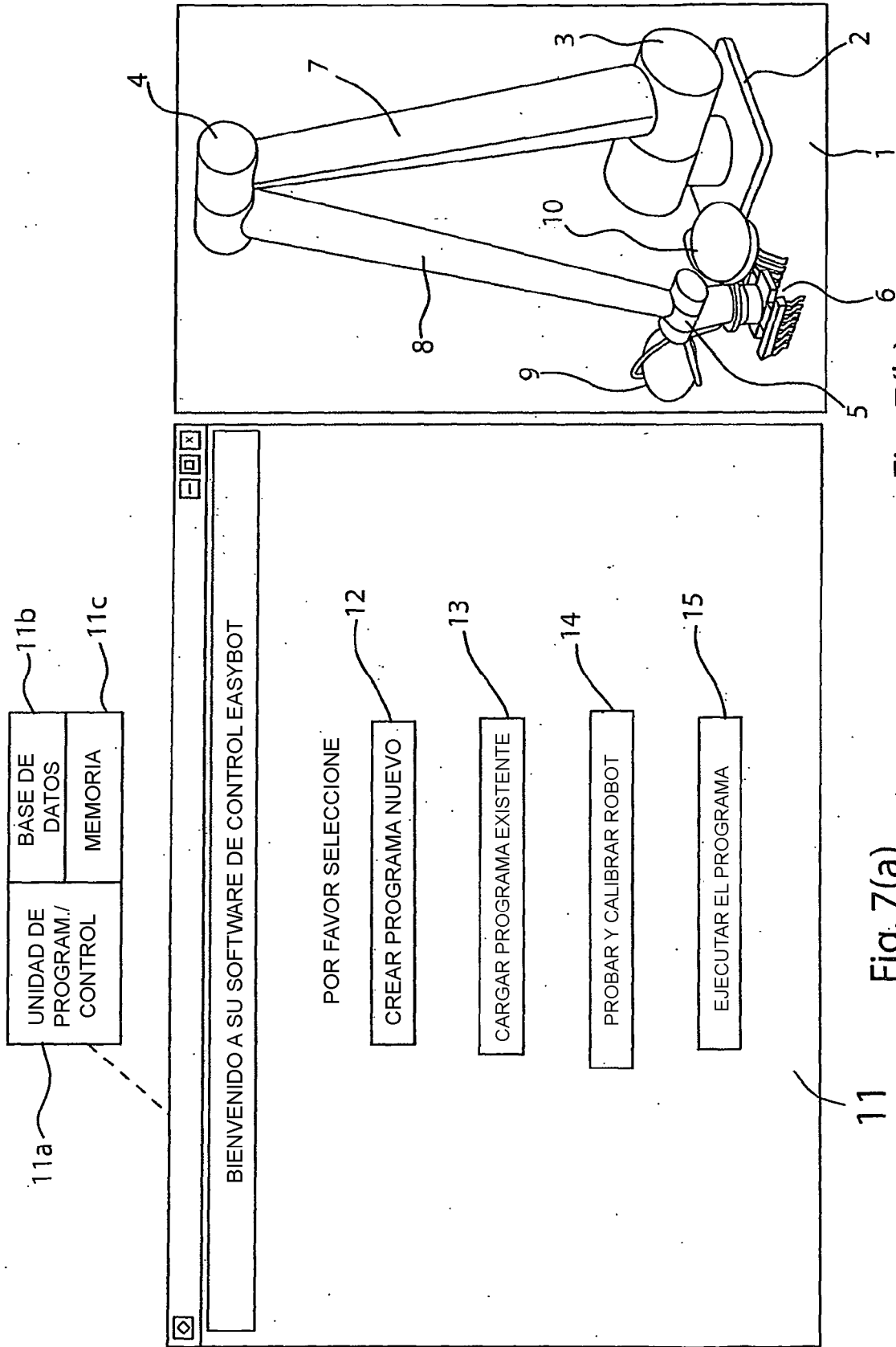


Fig. 7(b)

Fig. 7(a)

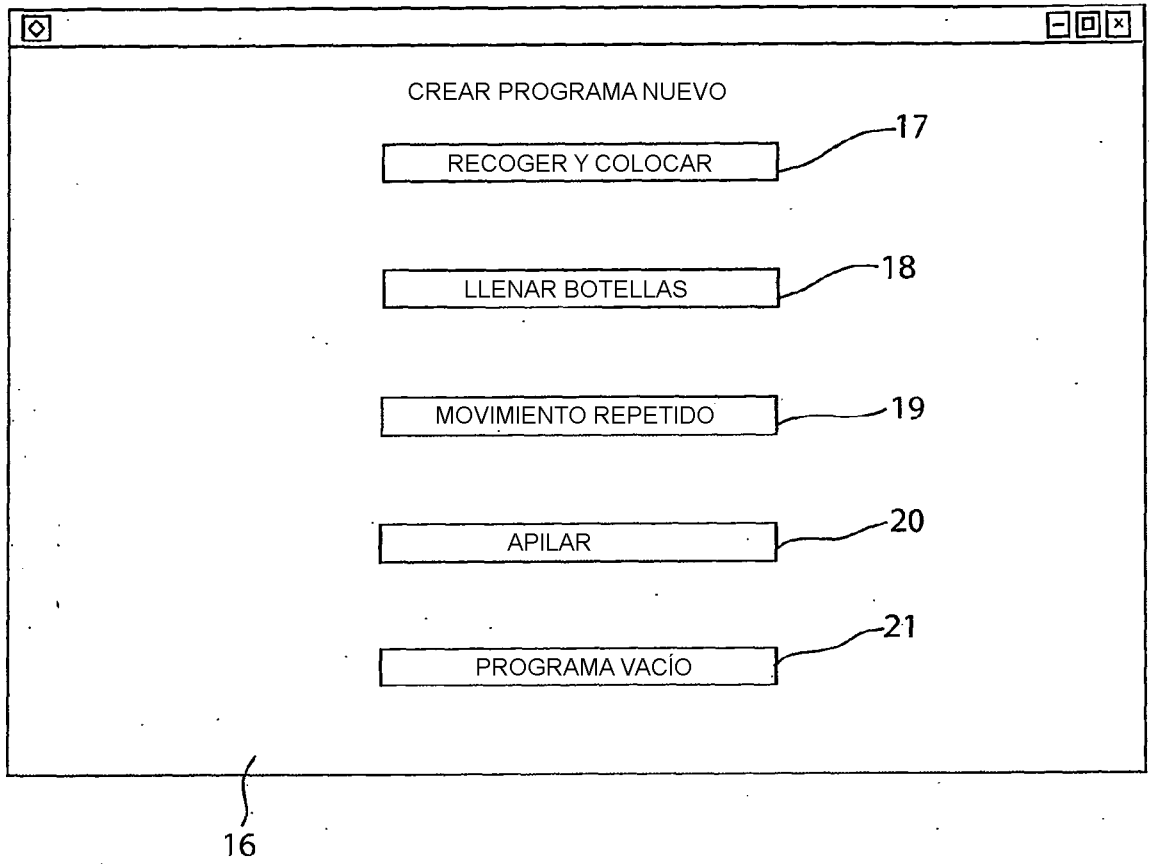


Fig. 8

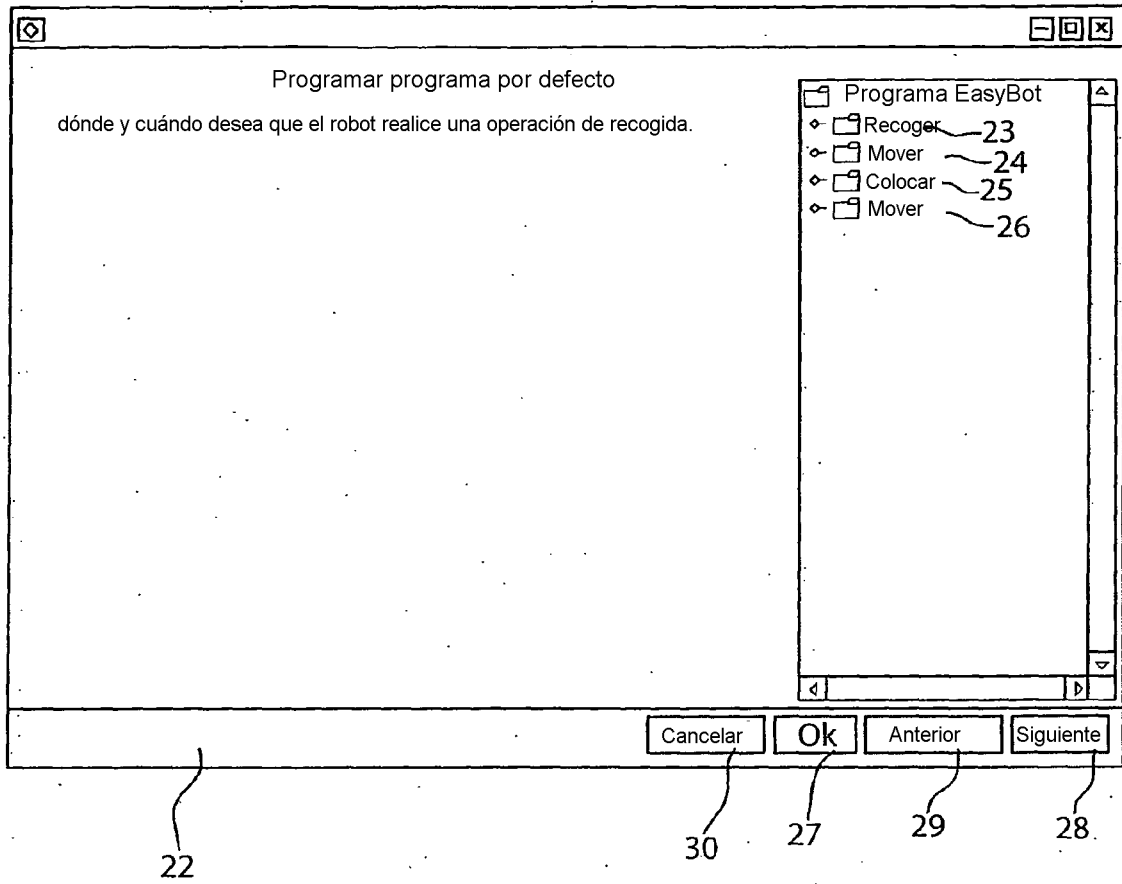


Fig. 9

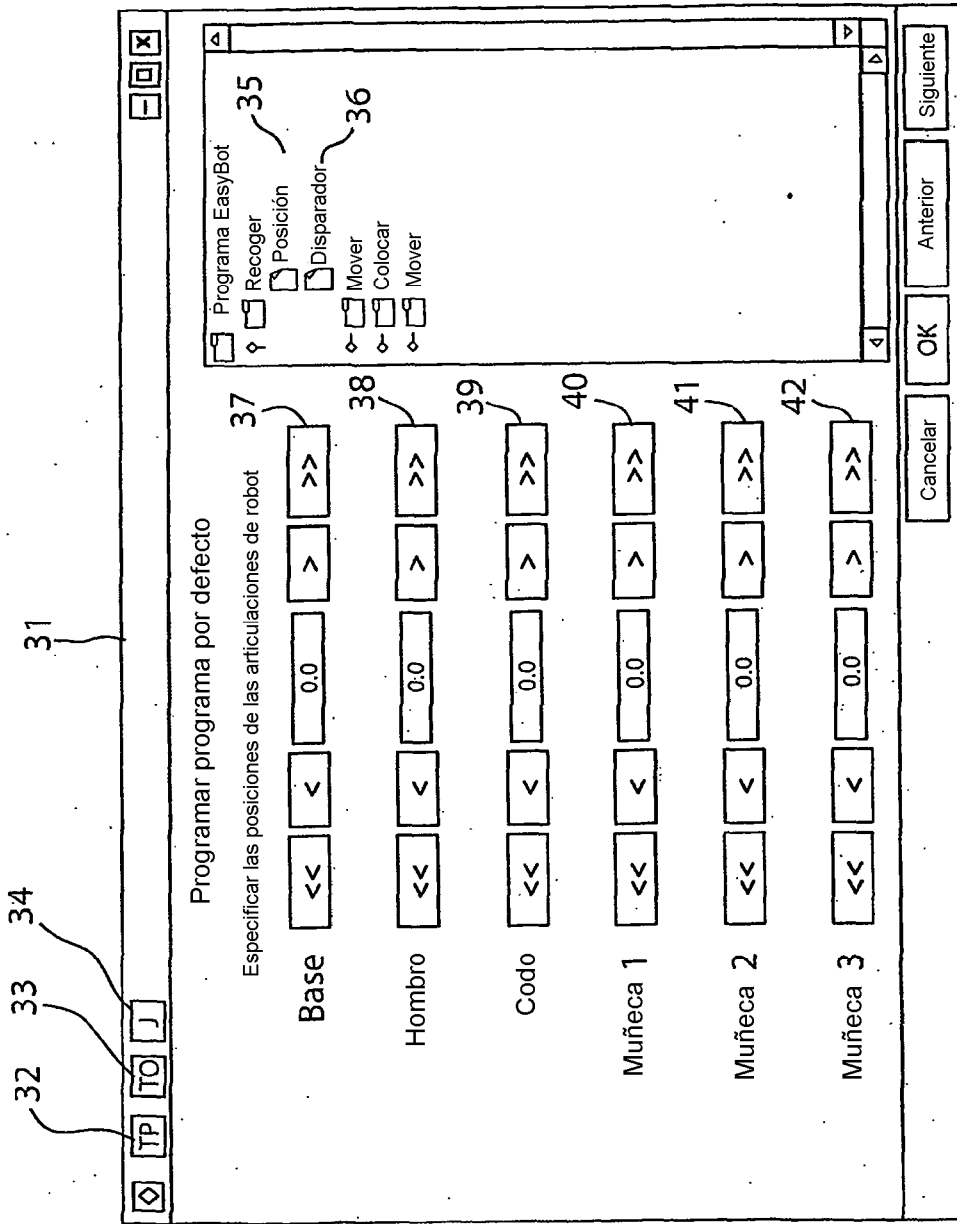


Fig. 10(a)

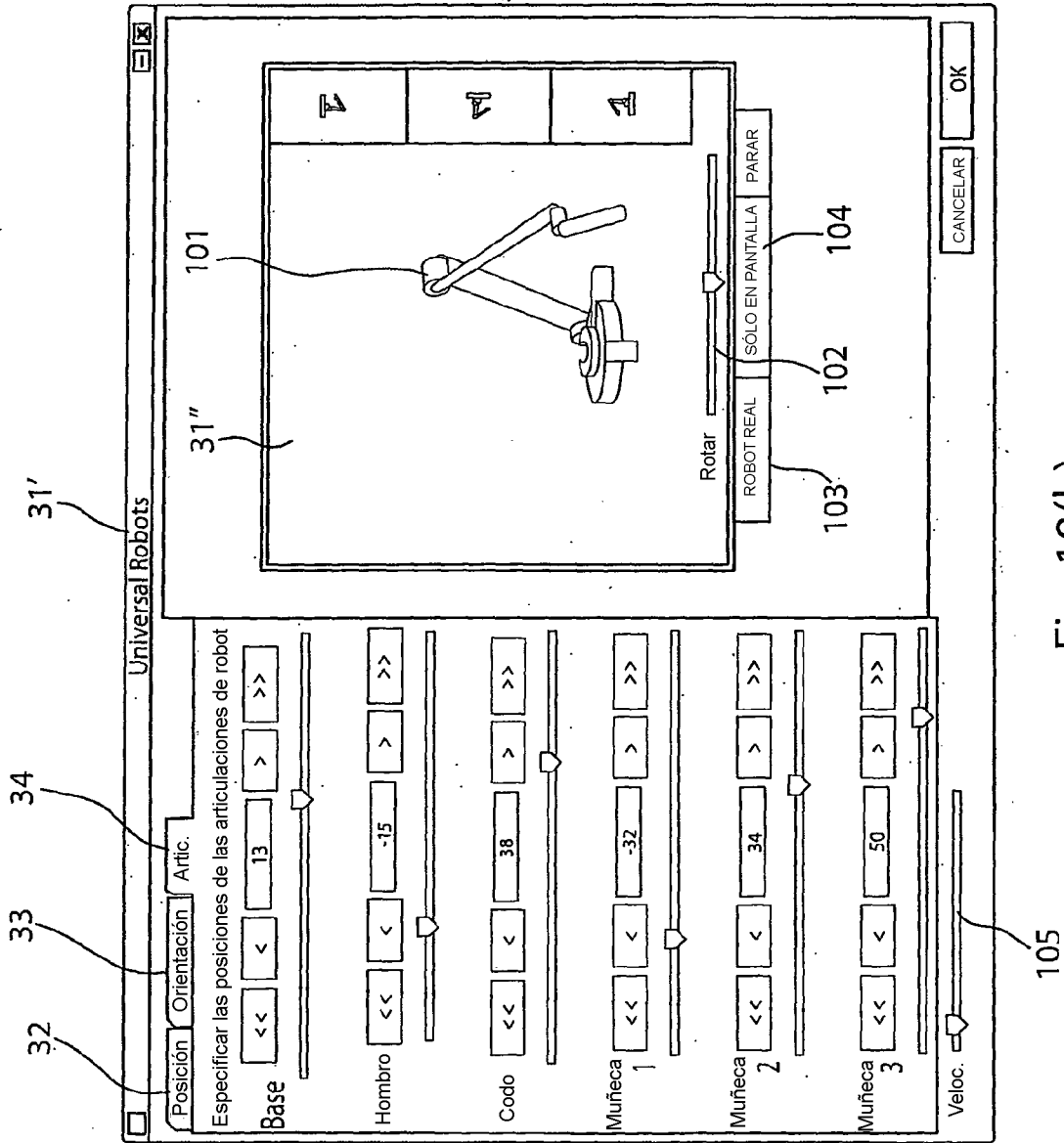


Fig. 10(b)

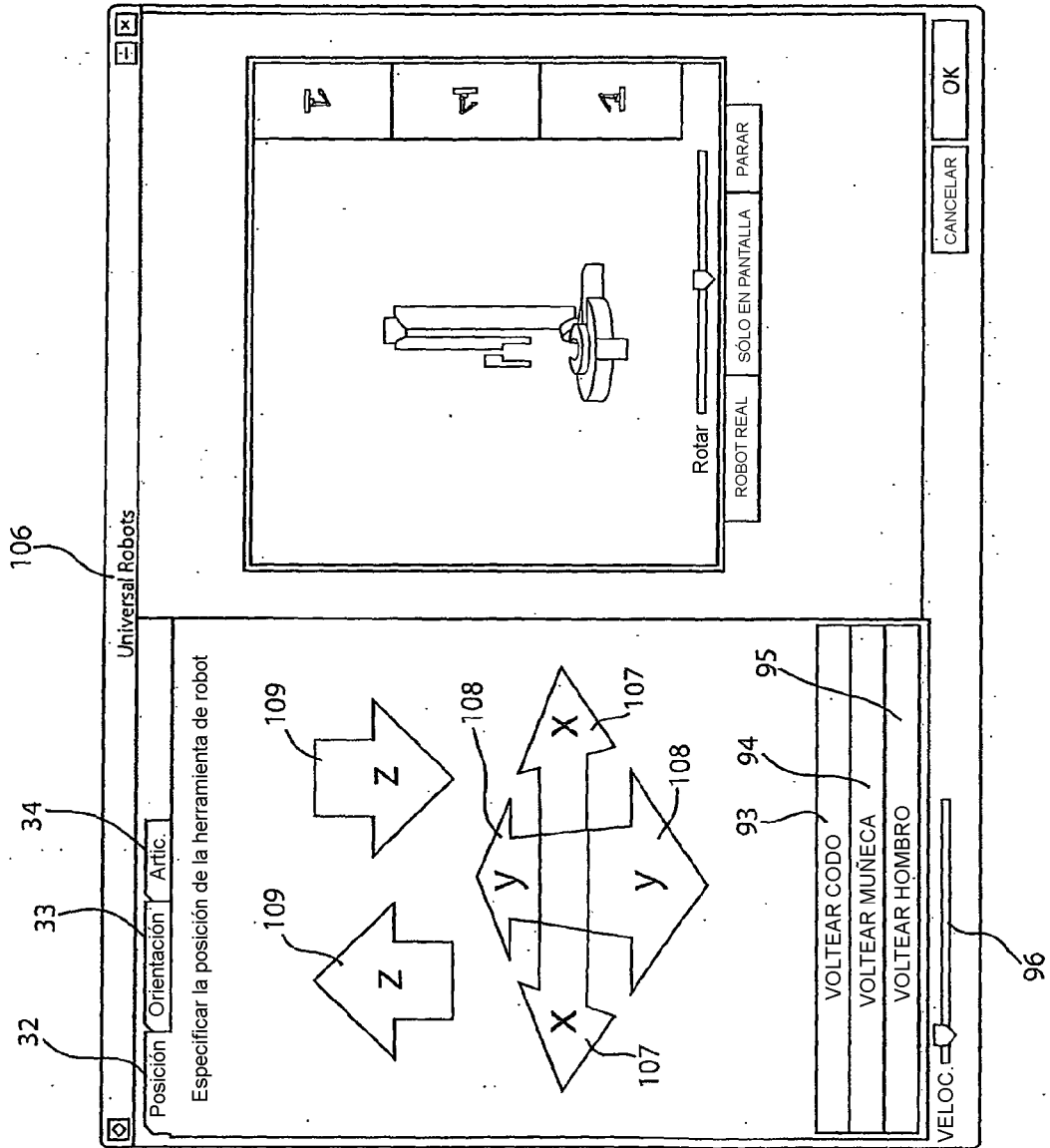


Fig. 11(a)

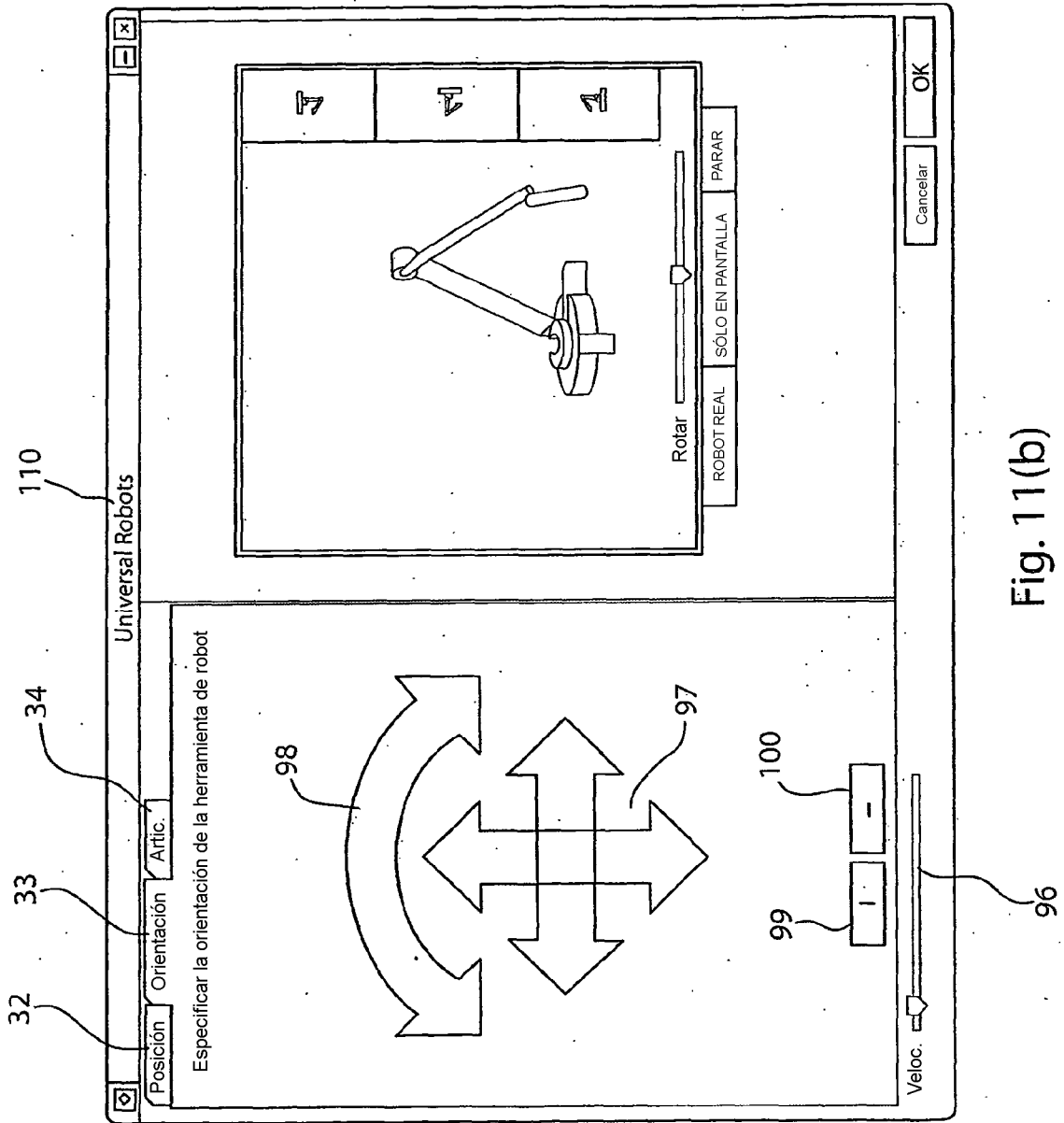


Fig. 11(b)

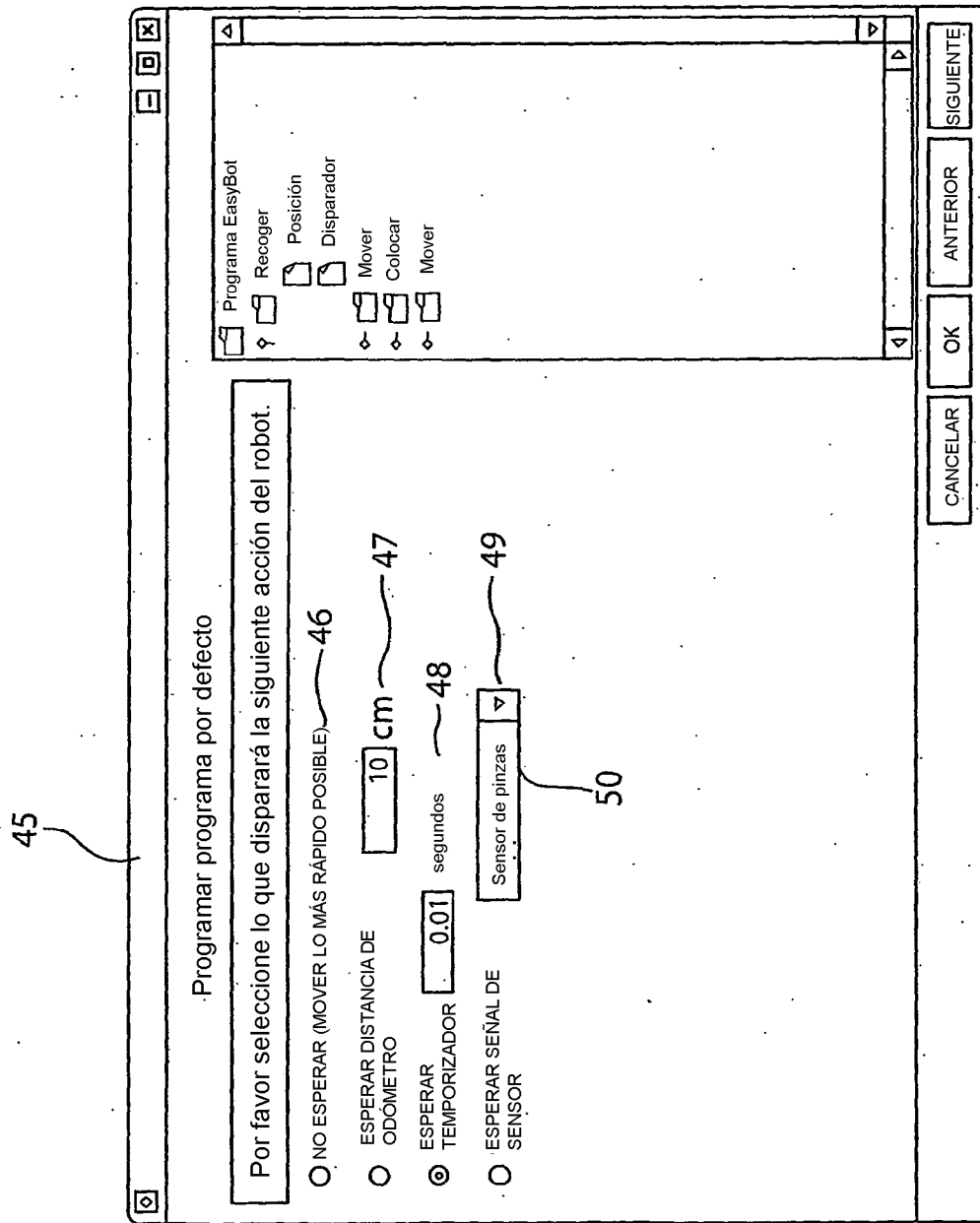


Fig. 12

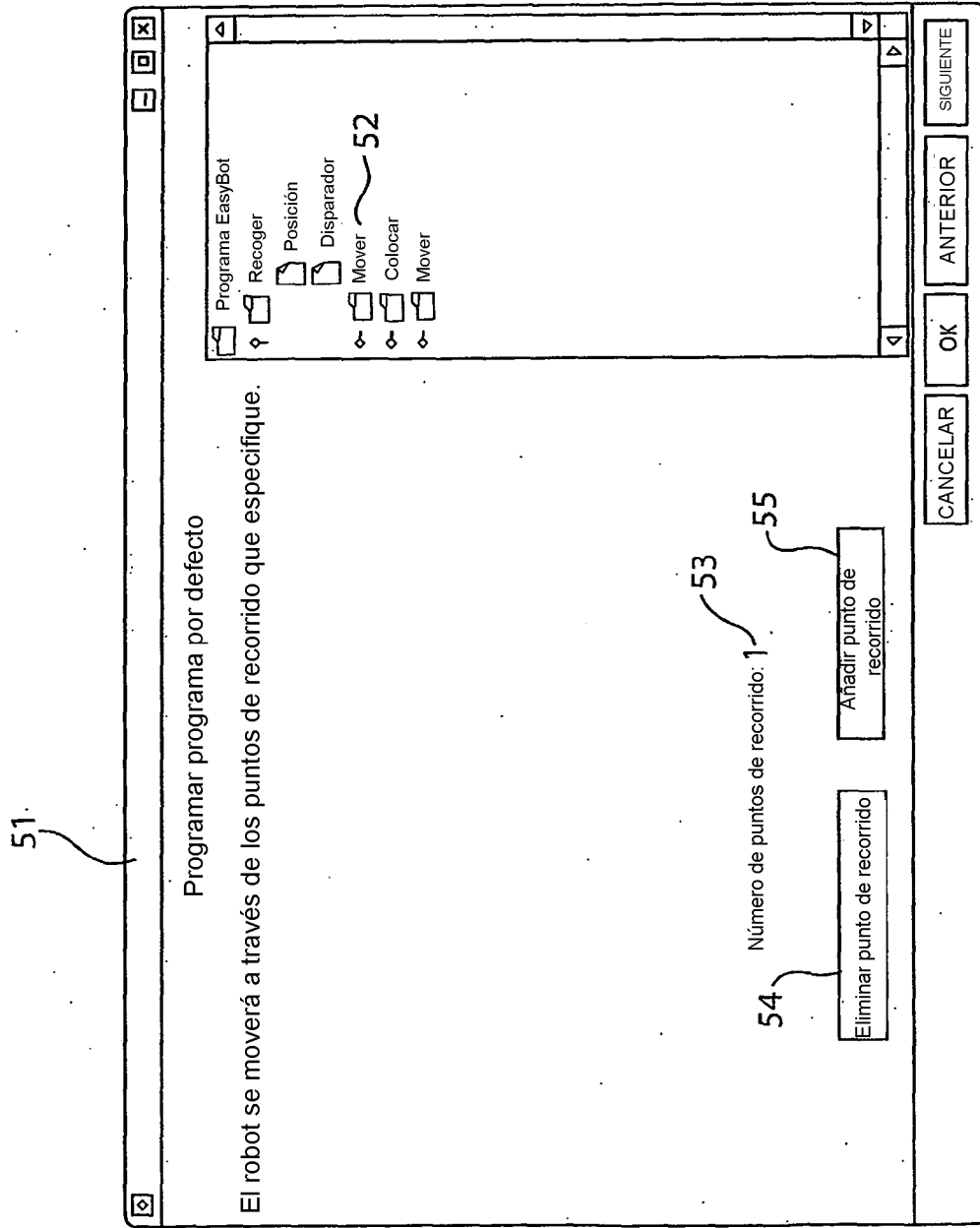


Fig. 13

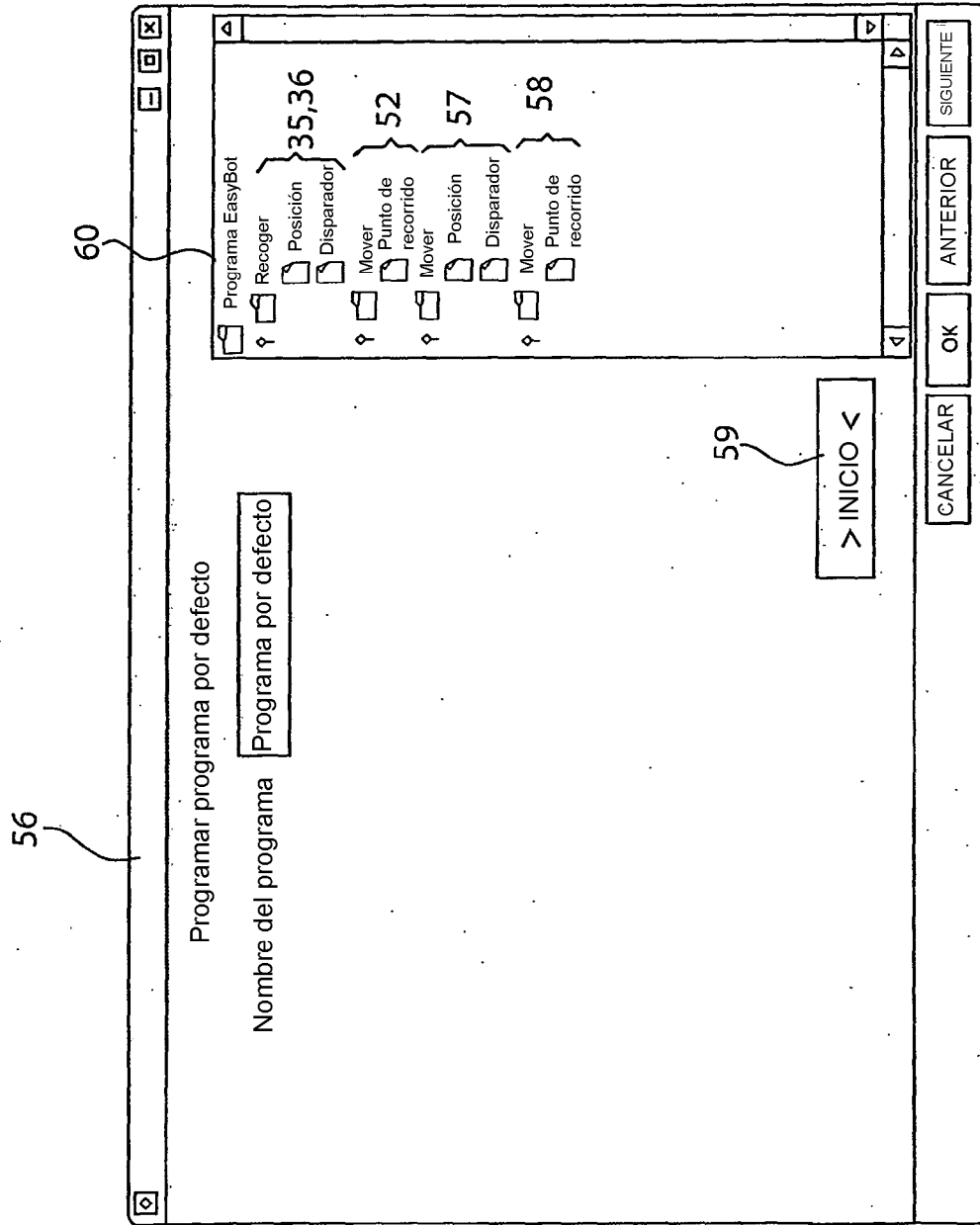


Fig. 14

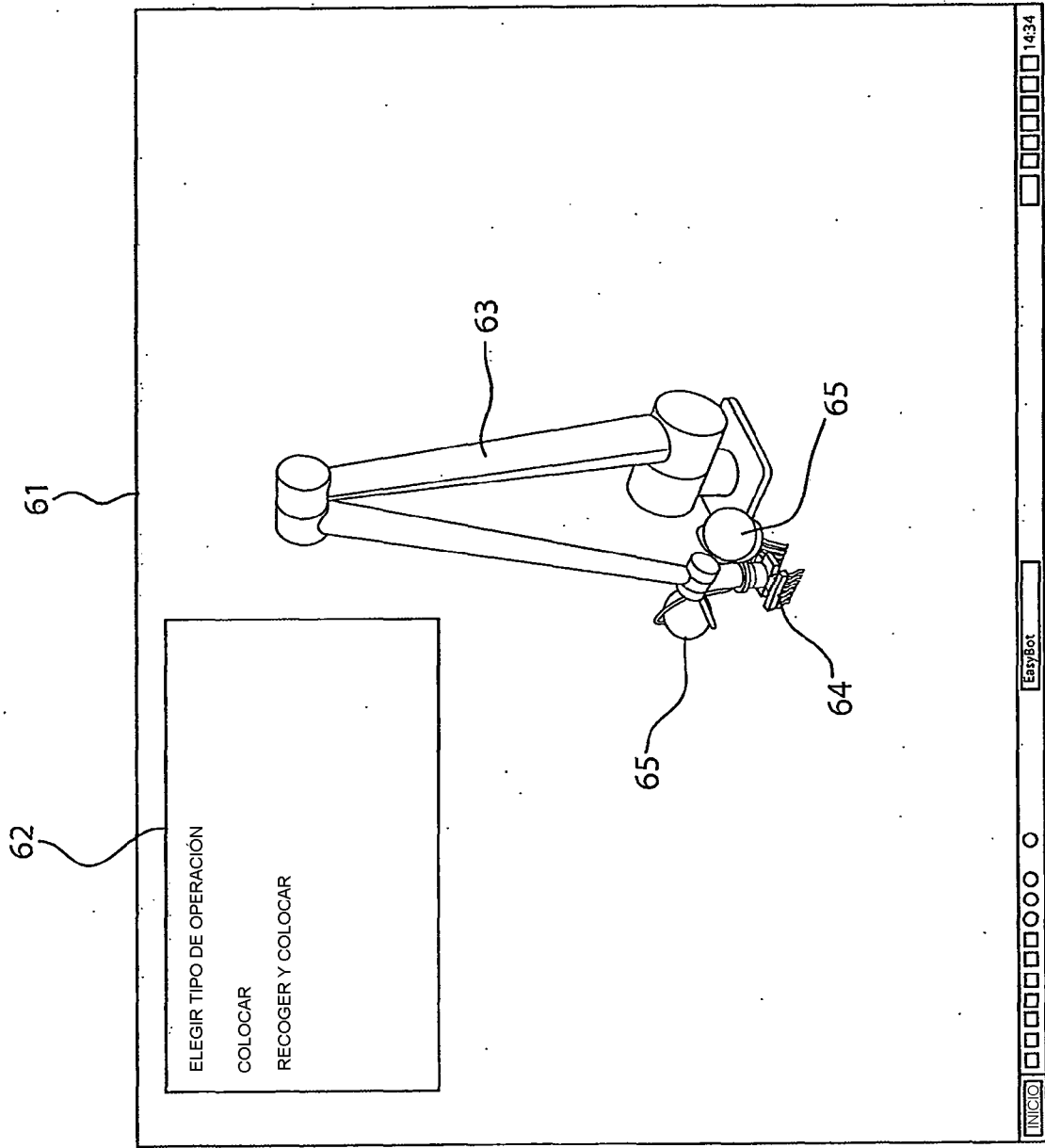


Fig. 15

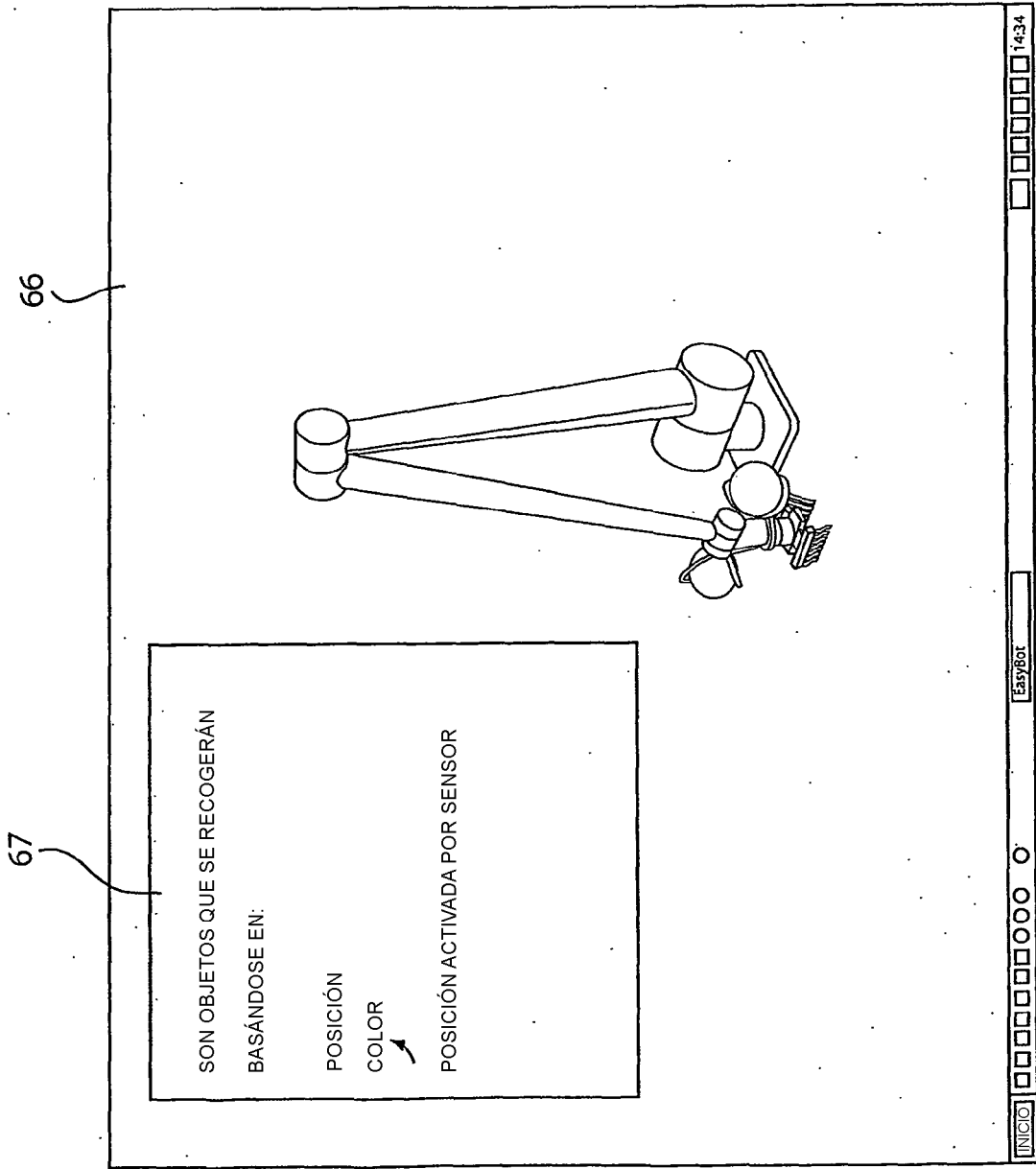


Fig. 16

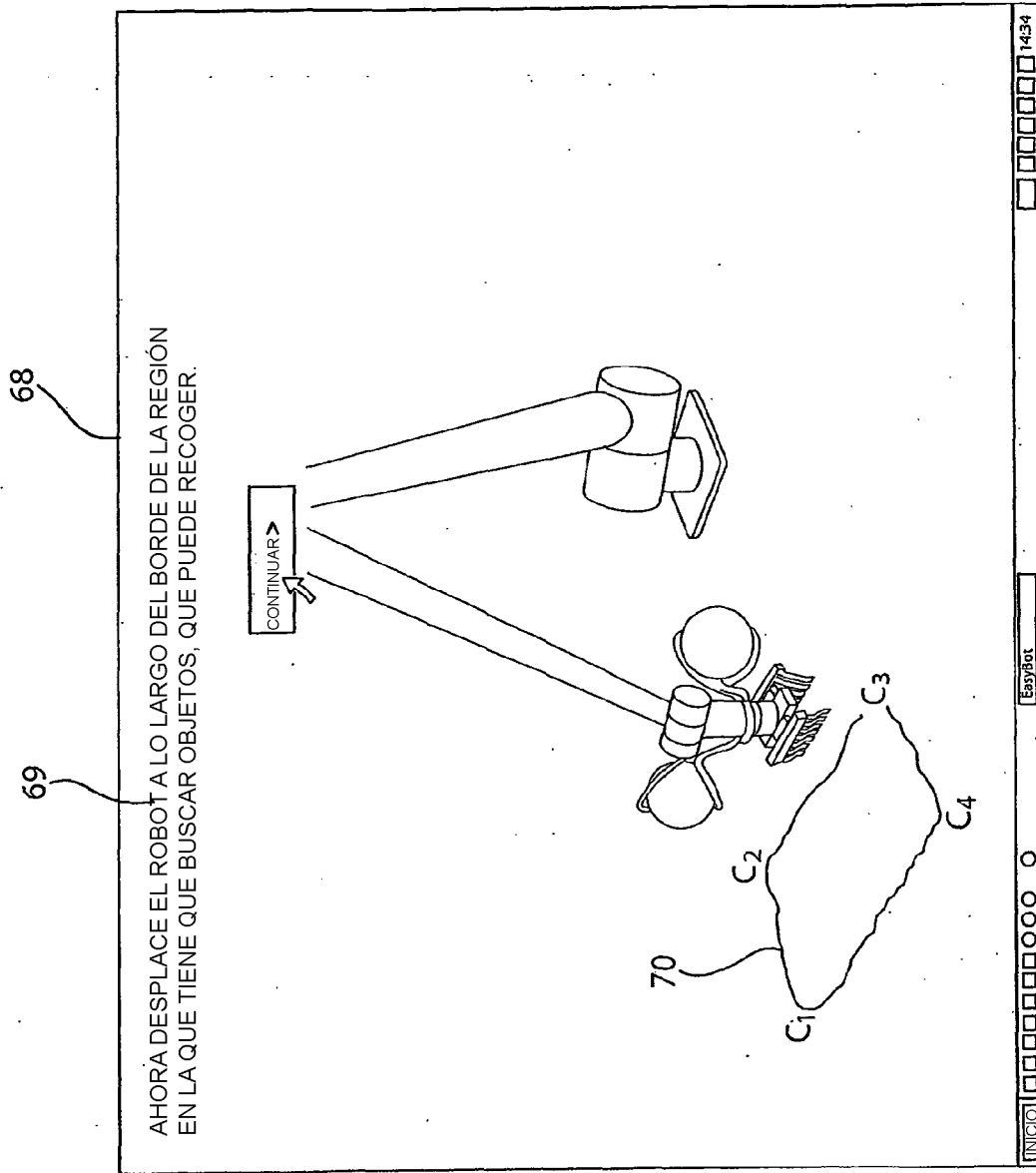


Fig. 17

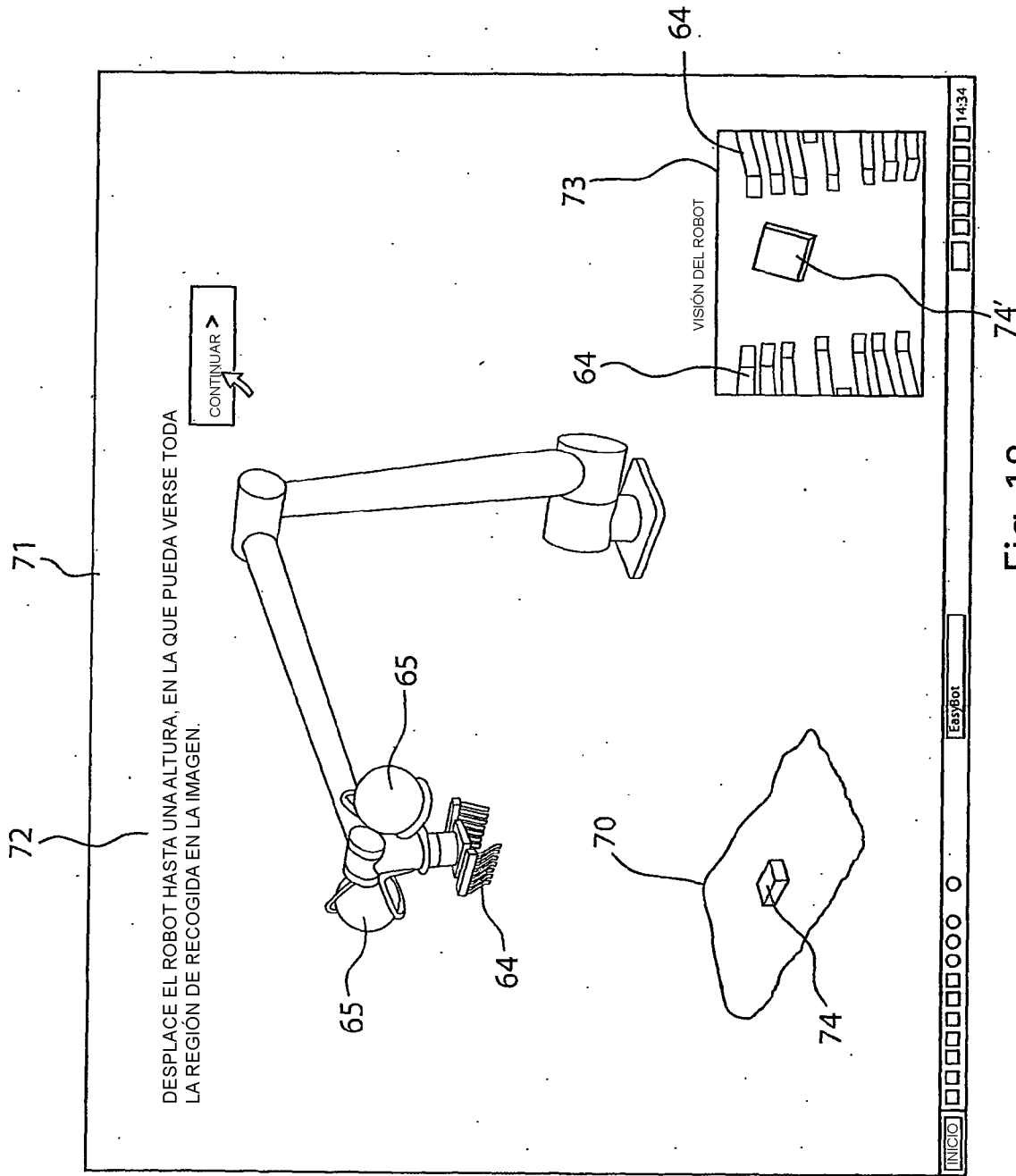


Fig. 18

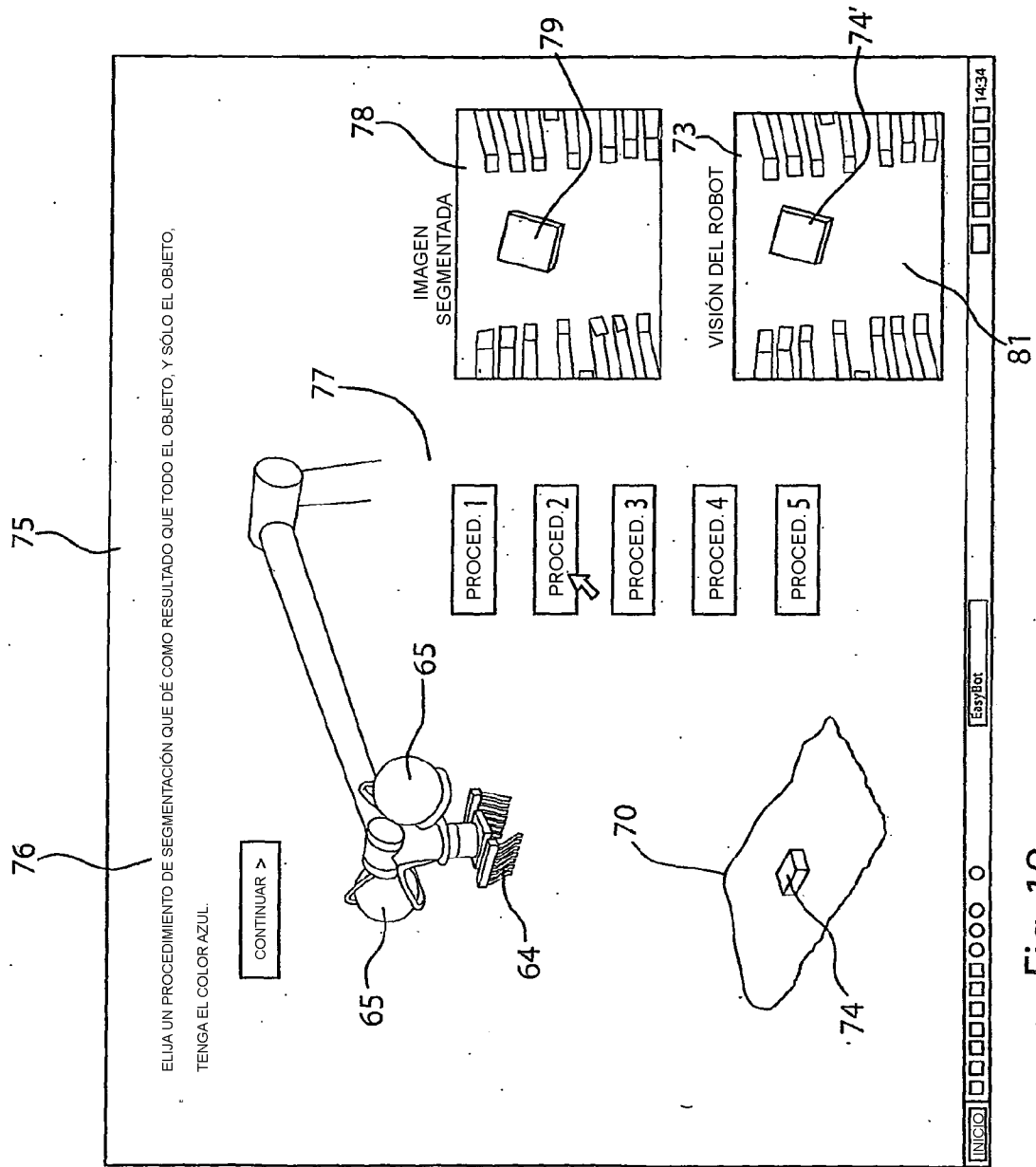


Fig. 19

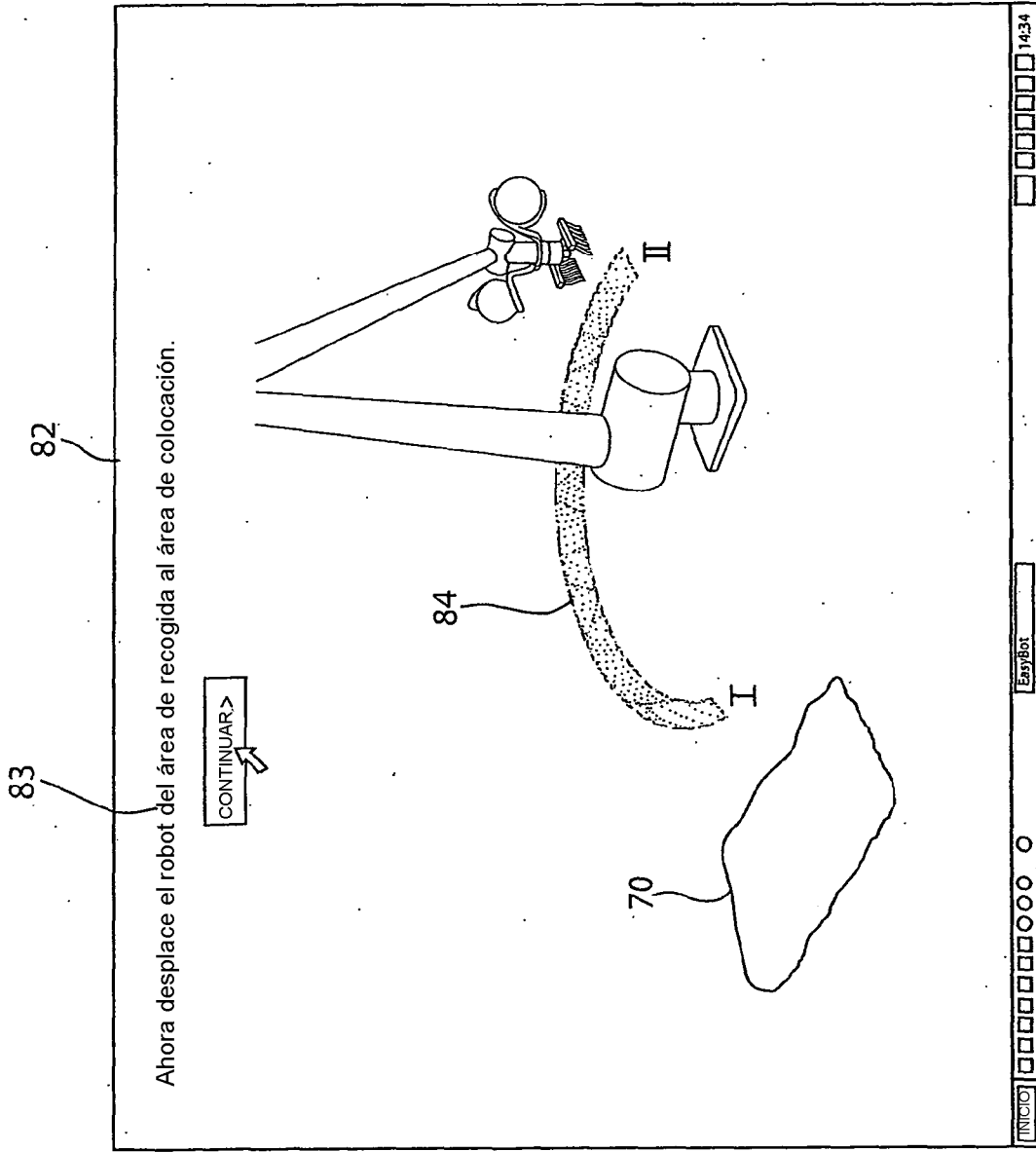


Fig. 20

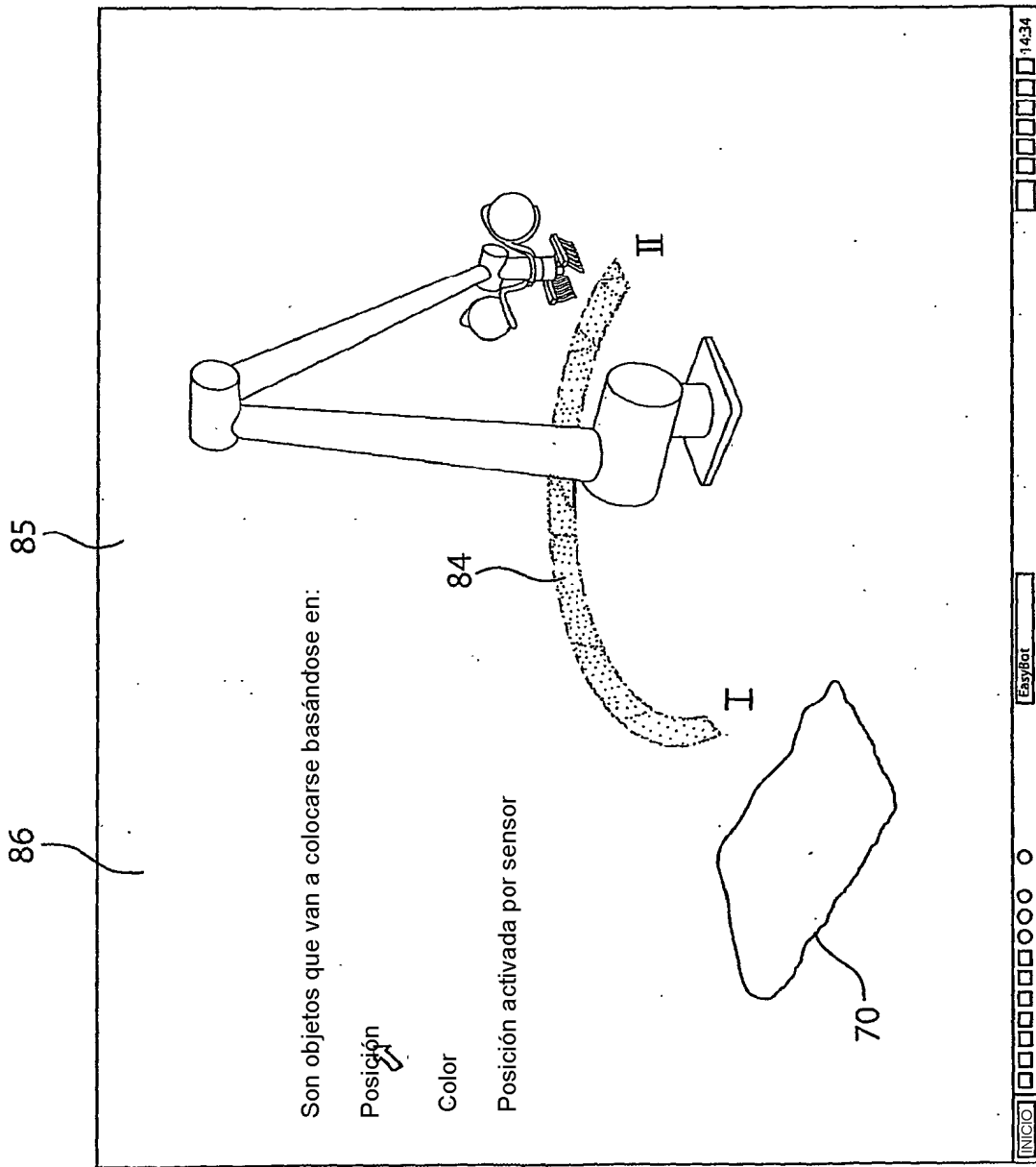


Fig. 21

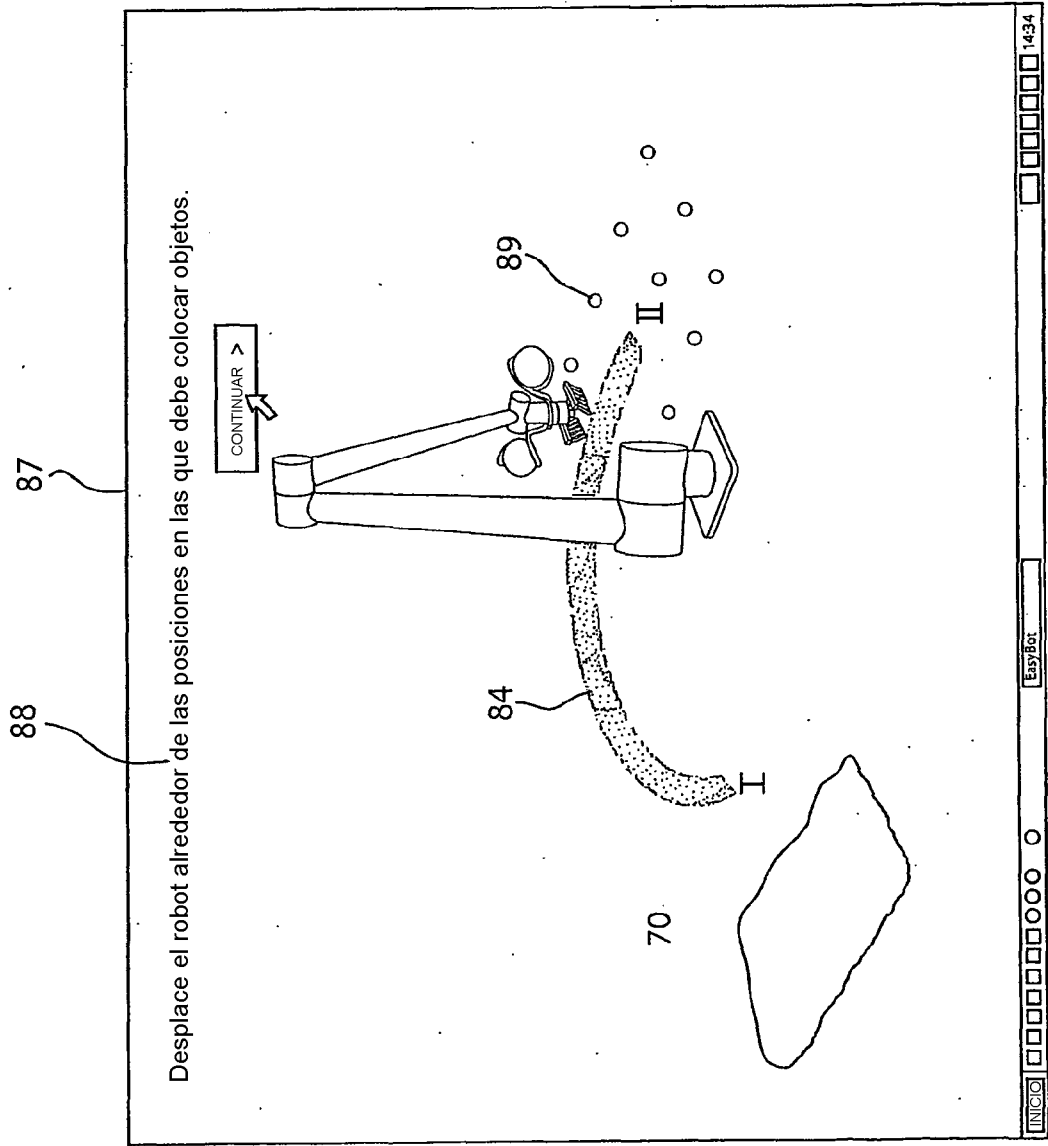


Fig. 22

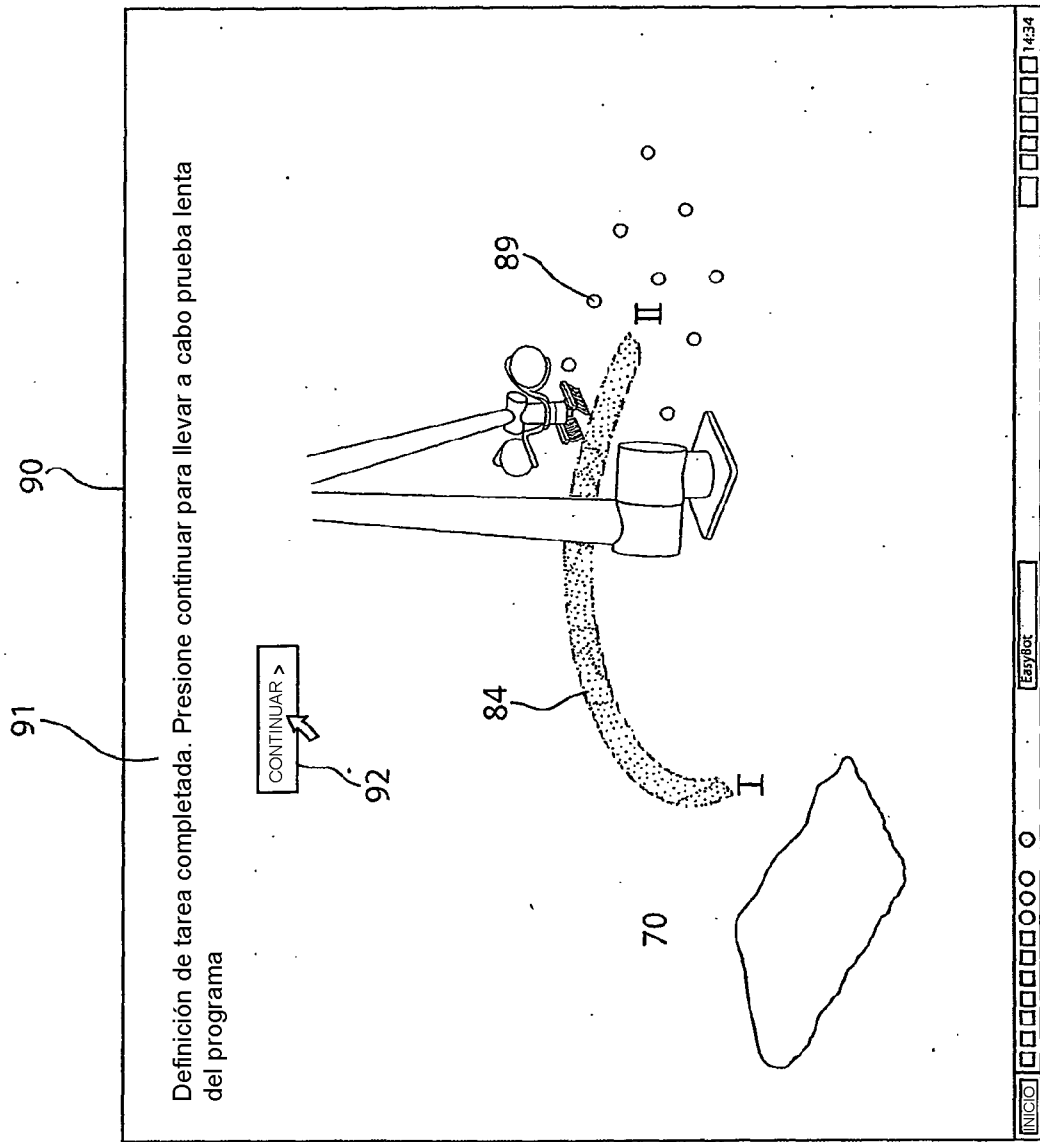


Fig. 23

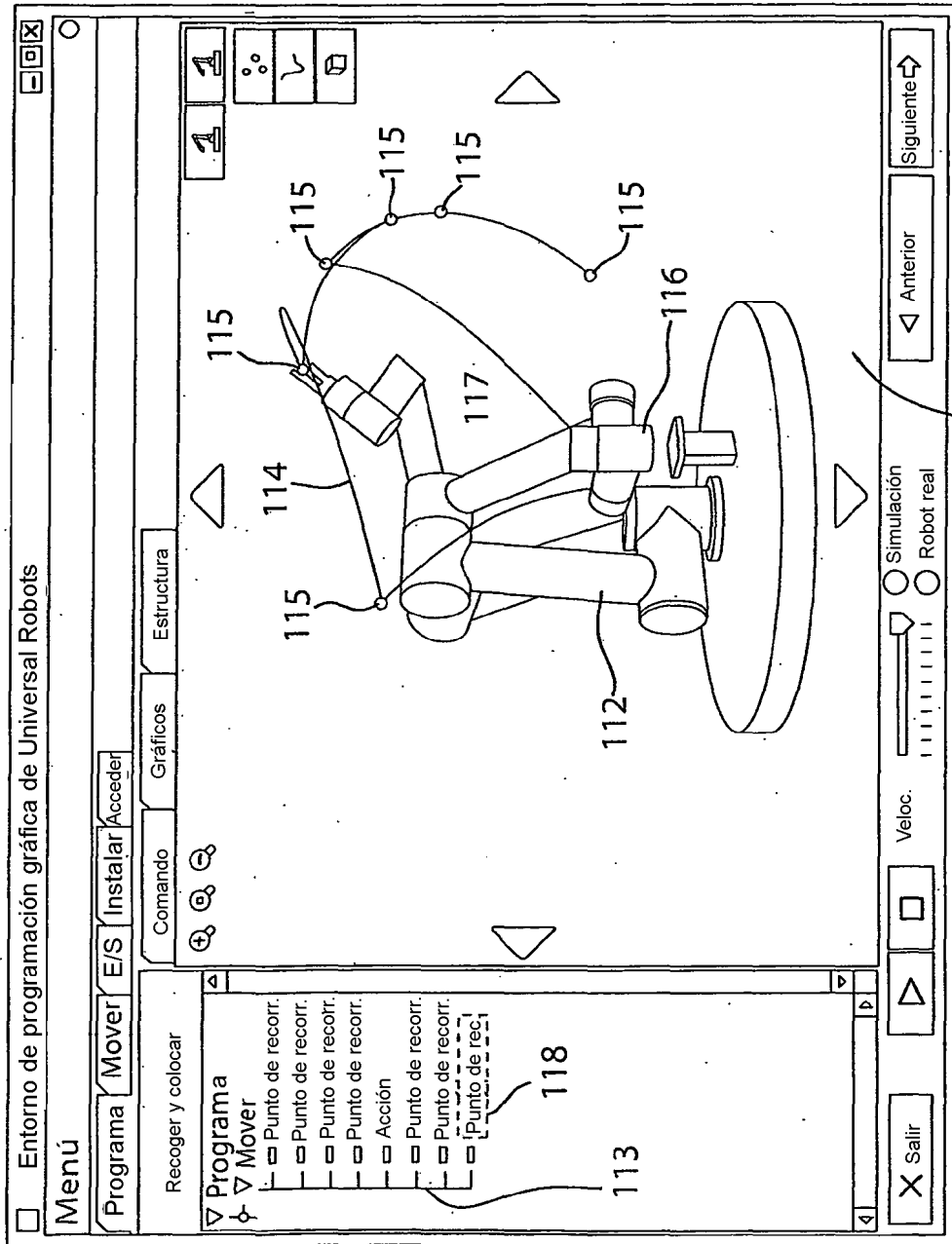


Fig. 24

111

113

118

112

116

117

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

115

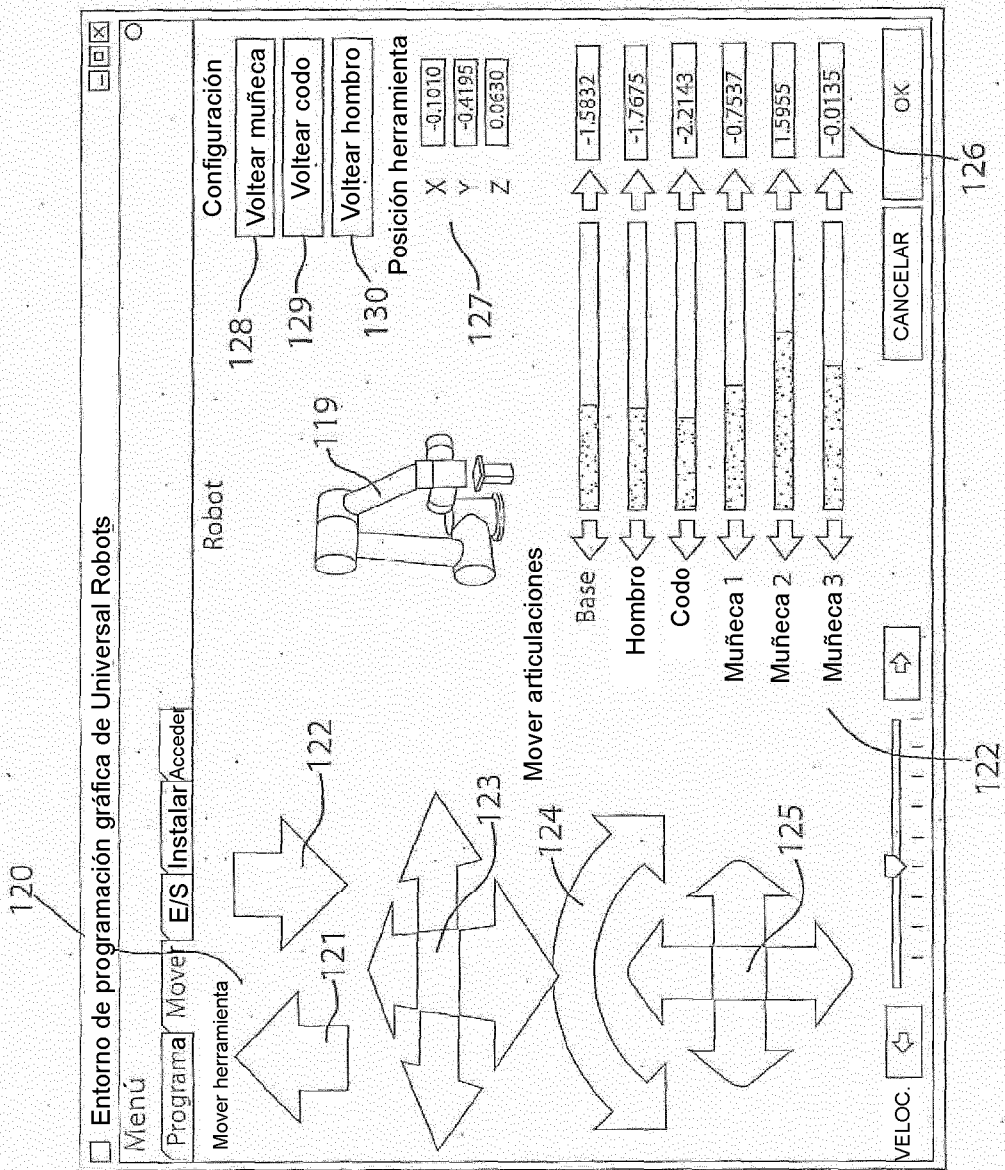


Fig. 25

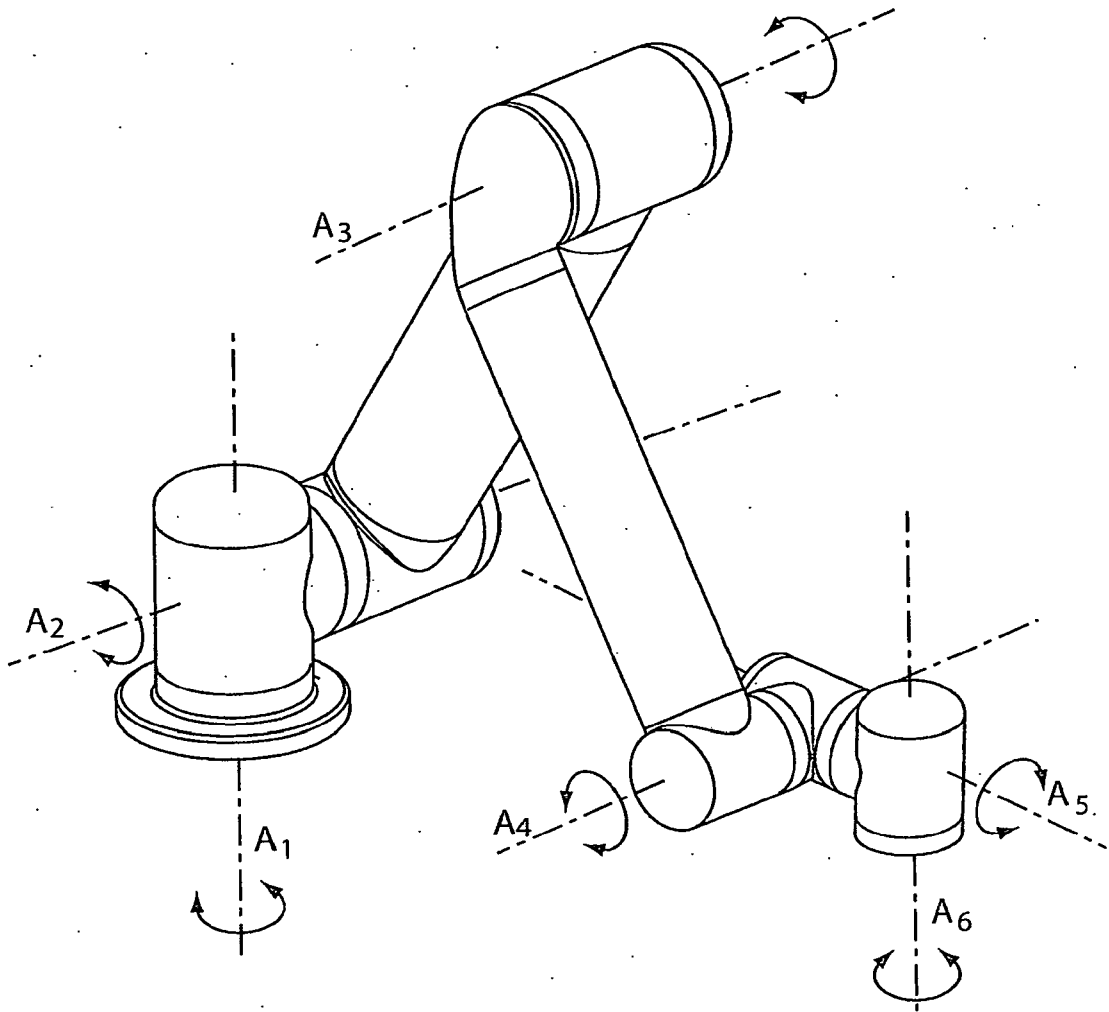


Fig. 26

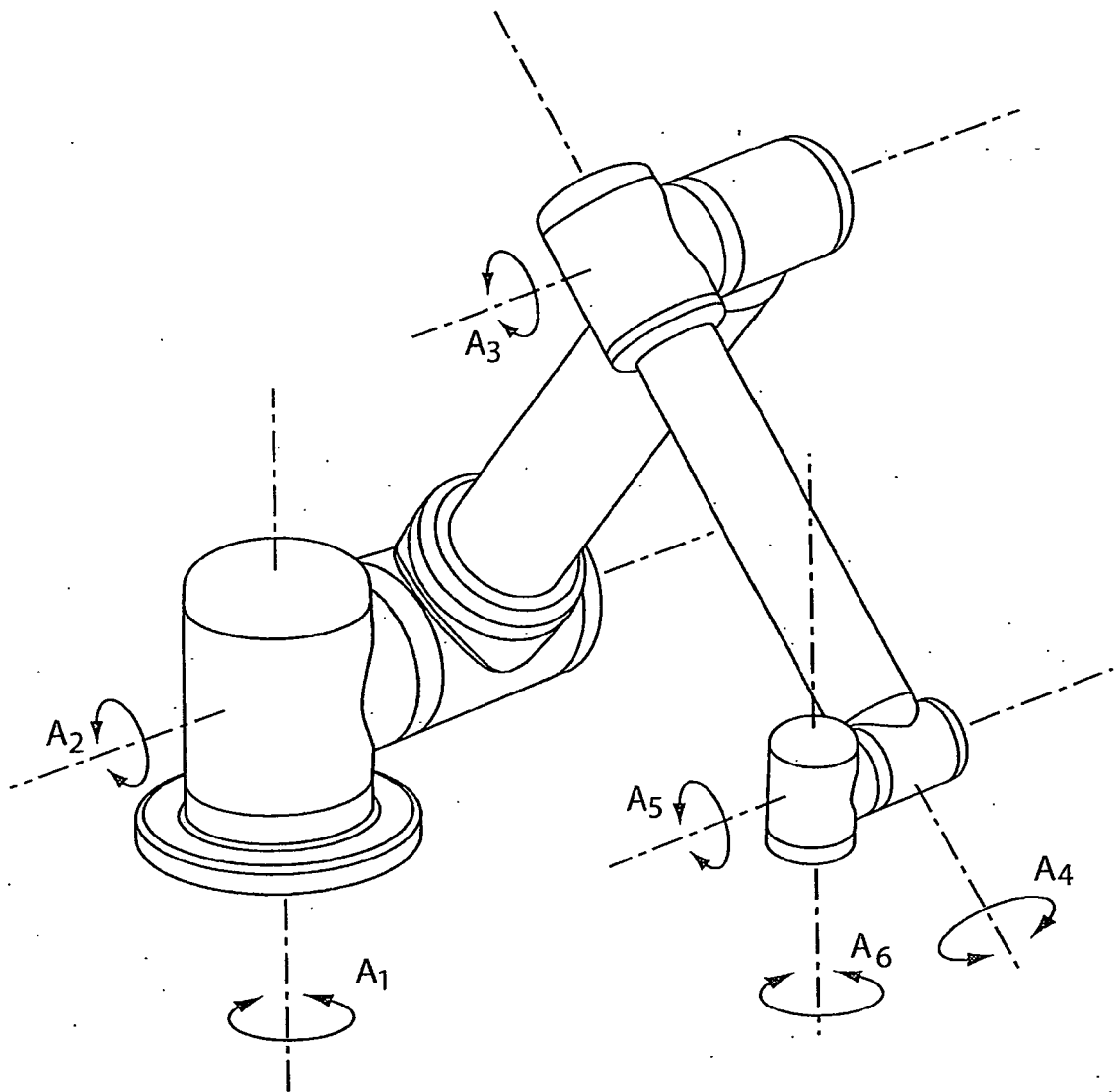


Fig. 27

