



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 692**

51 Int. Cl.:  
**B25J 9/00** (2006.01)  
**B25J 9/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09169570 .0**  
96 Fecha de presentación : **07.09.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2189252**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2010**

54 Título: **Sistema robótico de colocación radial de herramientas.**

30 Prioridad: **21.11.2008 US 275749**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.10.2011**

73 Titular/es: **COMAU, Inc.**  
**21000 Telegraph Road**  
**Southfield, Michigan 48033, US**

72 Inventor/es: **Graham, John;**  
**Brown, Theodore Robert y**  
**Alberts, Aaron**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 366 692 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 robótico de colocación radial de herramientas.

### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de los conjuntos robóticos de colocación de herramientas y, en particular, a un conjunto robótico de colocación de herramientas provisto de dos o más brazos cada uno de ellos adaptado para ajustar la posición de la respectiva herramienta a lo largo de una trayectoria semicircular.

10

### **Antecedentes de la invención**

En la industria de la fabricación, los sistemas robóticos se utilizan para realizar una variedad de tareas, incluyendo la colocación de piezas, la colocación de herramientas con respecto a las piezas y el montaje de las piezas utilizando herramientas. En tales sistemas, una colocación precisa de la herramienta con respecto a la pieza es crítica y por lo tanto es una consideración importante del diseño. Otra consideración importante del diseño es hacer mínimo el tiempo requerido para completar cualquier operación de fabricación individual. Por esta razón, es conocido utilizar dos o más herramientas robóticas para realizar simultáneamente una única operación de fabricación a fin de reducir el tiempo requerido para completar esa operación de fabricación. Sin embargo, puesto que las herramientas robóticas a menudo son grandes y pesadas, a menudo es difícil colocar y sostener las herramientas robóticas una con respecto a la otra de tal modo que una única operación de fabricación se puede realizar utilizando simultáneamente las dos herramientas robóticas. Esto es especialmente cierto cuando las herramientas robóticas deben moverse una con relación a la otra con respecto a dos o más ejes durante el transcurso de la operación de fabricación. Por ejemplo, cuando las herramientas robóticas deben instalar una pluralidad de componentes a lo largo de un arco semicircular, cada herramienta se debe mover independiente de la otra en la dirección X y en la dirección Y. Además, las herramientas robóticas a menudo únicamente se pueden utilizar sobre una gama limitada de alturas de trabajo, imponiendo limitaciones adicionales en los diseños geométricos de los sistemas robóticos de colocación de herramientas. Por consiguiente, se mantiene la necesidad de un sistema robótico de colocación de herramientas que sea capaz de colocar con precisión dos o más herramientas robóticas con respecto a una pieza, en el que las herramientas robóticas se pueden mover independientemente una de otra.

15

20

25

30

35

Un ejemplo de un dispositivo anterior se encuentra en la patente US nº 5.083.896. El dispositivo es un dispositivo de manipulación de un objeto provisto de un primer y segundo conjuntos de brazos plegables accionados por un mecanismo de accionamiento para sostener y transferir objetos, tales como semiconductores. El dispositivo utiliza unos respectivos primer y segundo árboles para mover el respectivo primer y segundo brazo y un tercer árbol para girar el primer y segundo conjuntos de brazos. Los árboles de accionamiento primero, segundo y tercero están orientados coaxialmente.

40

### **Sumario de la invención**

La invención proporciona un sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, para la colocación de una primera herramienta y de una segunda herramienta. El sistema robótico de colocación de herramientas incluye un árbol interior, un primer brazo de herramienta, un primer conjunto de accionamiento, un árbol exterior tubular, un segundo brazo de herramienta y un segundo conjunto de accionamiento.

45

El árbol interior que se extiende desde un extremo superior hasta un extremo inferior y tiene un perfil escalonado definido por una parte superior provista de un primer diámetro y una parte inferior provista de un segundo diámetro que es menor que el primer diámetro. Un primer brazo de herramienta está conectado a la parte inferior del árbol interior en el extremo inferior del mismo y se extiende radialmente hacia afuera desde el mismo. El primer brazo de herramienta tiene una primera superficie de soporte de herramienta dispuesta en una elevación de la herramienta para sostener la primera herramienta sobre la misma. El primer conjunto de accionamiento está configurado para girar el árbol interior alrededor de un eje del árbol para colocar selectivamente la primera herramienta a lo largo de una trayectoria semicircular.

50

55

60

El árbol exterior tubular se extiende desde un extremo superior hasta un extremo inferior y tiene un taladro formado a través del mismo, en el que la parte inferior del árbol interior se extiende a través del árbol exterior tubular. El segundo brazo de herramienta está conectado al árbol exterior tubular en el extremo inferior del mismo. El segundo brazo de herramienta tiene una segunda superficie de soporte de herramienta dispuesta en la elevación de la herramienta para sostener la segunda herramienta sobre la misma. El segundo conjunto de accionamiento está configurado para girar el árbol exterior tubular alrededor del eje del árbol para colocar selectivamente la segunda herramienta a lo largo de una trayectoria semicircular.

65

Una parte escalonada puede estar formada en el segundo brazo de herramienta entre una parte interior del segundo brazo de herramienta y la segunda superficie de soporte de herramienta del segundo brazo de herramienta, en el que una superficie superior de la parte interior del segundo brazo de herramienta está dispuesta por debajo encima de la elevación de la herramienta. Además, un resalte en diagonal puede estar formado en el segundo brazo de

herramienta, el resalte en diagonal extendiéndose hacia dentro desde la parte escalonada hacia un extremo interior del segundo brazo de herramienta, en el que el resalte en diagonal del segundo brazo de herramienta está configurado para acoplar una superficie lateral del primer brazo de herramienta para limitar el giro del primer brazo de herramienta más allá del segundo brazo de herramienta.

5 Alternativamente, puede estar formada una parte escalonada en el primer brazo de herramienta entre una parte interior del primer brazo de herramienta y la primera superficie de soporte de herramienta del primer brazo de herramienta, en el que una superficie superior de la parte interior del primer brazo de herramienta está dispuesta debajo encima de la elevación de la herramienta. Además, un resalte en diagonal puede estar formado en el primer  
10 brazo de herramienta, el resalte en diagonal extendiéndose desde la parte escalonada hacia un extremo interior del primer brazo de herramienta, en el que el resalte en diagonal del primer brazo de herramienta está configurado para acoplar una superficie lateral del segundo brazo de herramienta para limitar el giro del segundo brazo de herramienta más allá del primer brazo de herramienta.

15 Un extremo interior del segundo brazo de herramienta puede estar dispuesto encima de un extremo interior del primer brazo de herramienta.

El árbol exterior tubular y la parte superior del árbol interior pueden ser iguales en diámetro.

20 El primer conjunto de accionamiento puede tener un primer engranaje de tornillo sinfín conectado a la parte superior del árbol interior, un primer tornillo sinfín que se acopla engranando con el primer engranaje de tornillo sinfín para girar el árbol interior y un primer mecanismo de accionamiento robótico conectado al primer tornillo sinfín para proveer un momento de torsión al mismo. El segundo conjunto de accionamiento puede tener un segundo engranaje de tornillo sinfín conectado al árbol exterior tubular, un segundo tornillo sinfín que se acopla engranando con el  
25 segundo engranaje de tornillo sinfín para girar el árbol exterior tubular y un segundo mecanismo de accionamiento robótico conectado al segundo tornillo sinfín para proveer un momento de torsión al mismo. Además, el primer engranaje de tornillo sinfín y el segundo engranaje de tornillo sinfín pueden ser iguales en diámetro.

### 30 Breve descripción de los dibujos

Otros usos diversos de la presente invención se pondrán de manifiesto mediante la referencia a las siguientes descripciones detalladas y los dibujos y en los cuales:

35 la figura 1 es una vista en perspectiva que muestra un sistema robótico de colocación radial de herramientas según la presente invención;

la figura 2 es una vista superior que muestra el sistema robótico de colocación radial de herramientas según la presente invención;

40 la figura 3 es una vista inferior que muestra el sistema robótico de colocación radial de herramientas según la presente invención;

45 la figura 4 es una vista en sección frontal que muestra un regulador de posición de la primera herramienta y un regulador de posición de la segunda herramienta del sistema robótico de colocación radial de herramientas según la presente invención, en el que los reguladores de posición de la primera y segunda herramientas están representados girados en alineación uno con otro para mayor claridad.

50 la figura 5 es una vista en sección superior que muestra el regulador de posición de la primera herramienta y el segundo regulador de posición del sistema robótico de colocación radial de herramientas según la presente invención;

la figura 6 es una vista en perspectiva que muestra un primer brazo de herramienta del regulador de posición de la primera herramienta según la presente invención;

55 la figura 7 es una vista en perspectiva superior de un segundo brazo de herramienta del regulador de posición de la segunda herramienta según la presente invención;

la figura 8 es una vista en perspectiva inferior del segundo brazo de herramienta del regulador de posición de la segunda herramienta según la presente invención;

60 la figura 9A es una vista superior del primer brazo de herramienta y el segundo brazo de herramienta dispuestos en una posición adyacente según la presente invención; y

65 la figura 9B es una vista desde arriba del primer brazo de herramienta y el segundo brazo de herramienta dispuestos en una posición separada según la presente invención.

**Descripción detallada de las formas de realización**

Haciendo referencia a los dibujos, la presente invención se describirá a continuación en detalle en relación con las formas de realización dadas a conocer.

5 Las figuras 1-3 muestran un sistema robótico de colocación radial de herramientas 10 según la presente invención para colocar selectivamente una primera herramienta 1 y una segunda herramienta 2 a lo largo de un arco  
 10 semicircular. Las herramientas primera y segunda pueden ser cualquier tipo de herramienta industrial, tal como un aprieta tuercas neumático. El sistema de colocación de herramientas 10 incluye un regulador de posición de la primera herramienta 12 y un regulador de posición de la segunda herramienta 14 que están conectados a una placa transportadora 16 mediante un bastidor 18. La placa transportadora 16 está configurada para sostener el regulador de posición de la primera herramienta 12 y el regulador de posición de la segunda herramienta 14 y el sistema de colocación de herramientas 10 puede estar sostenido con respecto a una pieza (no representada) mediante una estructura de soporte, tal como un sistema de pórtico que se puede colocar robóticamente (no representado). El regulador de posición de la primera herramienta 12 está conectado a un primer brazo de herramienta 20 que sostiene la primera herramienta 1 para la colocación radial de la primera herramienta 1 alrededor de un eje del árbol 11. El regulador de posición de la segunda herramienta 14 está conectado a un segundo brazo de herramienta 22 que sostiene la segunda herramienta 2 para la colocación radial de la segunda herramienta 2 alrededor del eje del árbol 11. El primer brazo de herramienta 20 y el segundo brazo de herramienta 22 sostienen la primera herramienta 1 y la segunda herramienta 2 a una separación radial constante con respecto al eje del árbol 11. Por lo tanto, a medida que el regulador de posición de la primera herramienta 12 y el regulador de posición de la segunda herramienta 14 giran el primer brazo de herramienta 20 y el segundo brazo de herramienta 22, la primera herramienta 1 y la segunda herramienta 2 se mueven a lo largo de un arco semicircular que tiene su centro en el eje del árbol 11.

25 La figura 4 es una vista en sección transversal que muestra el regulador de posición de la primera herramienta 12 y el regulador de posición de la segunda herramienta 14, en el que el regulador de posición de la primera herramienta 12 y el regulador de posición de la segunda herramienta 14 están representados girados en alineación uno con otro para permitir mayor claridad de la figura. Como se ve en la figura 4, el regulador de posición de la primera herramienta 12 provee la colocación radial de la primera herramienta 1 mediante la inclusión de un primer alojamiento 30, un árbol de colocación interior 32 y un primer conjunto de accionamiento 34. El árbol de colocación interior 32 está dispuesto por lo menos parcialmente en el interior del primer alojamiento 30.

35 El primer conjunto de accionamiento 34 está conectado funcionalmente al árbol de colocación interior 32 para proveer un momento de torsión de accionamiento al árbol de colocación interior 32 para causar el giro del árbol de colocación interior 32 alrededor del eje del árbol 11.

40 El primer alojamiento 30 incluye un primer panel 36 y un segundo panel 38, los cuales están conectados en los extremos superior e inferior, respectivamente, de un cuerpo 40 del primer alojamiento 30. Una abertura superior del árbol 42 puede estar formada a través del panel de la tapa 36 del primer alojamiento 30 en alineación sustancial con el eje del árbol 11 para permitir que una parte del árbol de colocación interior 32 se extienda hacia arriba fuera del primer alojamiento 30. Alternativamente, la abertura superior del árbol 42 se puede omitir y el árbol de colocación interior 32 puede terminar en el interior del primer alojamiento 30, por debajo del panel de la tapa 36 del primer alojamiento 30. Una abertura inferior del árbol 44 está formada a través del panel inferior 38 del primer alojamiento 30 para permitir que una parte del árbol de colocación interior 32 se extienda hacia abajo fuera del primer alojamiento 30.

50 El árbol de colocación interior 32 es sustancialmente cilíndrico y se extiende desde un primer extremo o superior 52 hasta un segundo extremo o inferior 54 del primer alojamiento 30. El árbol de colocación interior 32 incluye una primera parte o superior 56 que se encuentra con una segunda parte o inferior 58 en un resalte 60 que se extiende sustancialmente perpendicular al eje del árbol 11 y sirve para cambiar el diámetro del árbol de colocación interior 32 y proveer de ese modo un perfil escalonado para el árbol de colocación interior 32. En particular, la parte superior 56 del árbol de colocación interior 32 es mayor en diámetro que la parte inferior 58 del árbol de colocación interior 32.

55 El primer conjunto de accionamiento 34 se puede accionar para proveer un momento de torsión de accionamiento al árbol de colocación interior 32 del regulador de posición de la primera herramienta 12. El primer conjunto de accionamiento 34 incluye un alojamiento 62, un primer engranaje de tornillo sinfín 64, un primer tornillo sinfín 66, un primer árbol de accionamiento 68 y un primer motor 70, como se representa en la figura 5. Para conectar el primer conjunto de accionamiento 34 al primer alojamiento 30 y formar interfaz del primer conjunto de accionamiento 34 con el árbol de colocación interior 32, una abertura de accionamiento 46 está provista a través de una pared lateral del cuerpo 40 del primer alojamiento 30. El alojamiento 62 del primer conjunto de accionamiento 34 está conectado al cuerpo 40 del primer alojamiento 30 del regulador de posición de la primera herramienta 12 adyacente a la abertura de accionamiento 46 en el cuerpo 40 del primer alojamiento 30.

65 El primer engranaje de tornillo sinfín 64 está dispuesto sobre o fabricado integralmente con la parte superior 56 del árbol de colocación interior 32. De ese modo, el primer engranaje de tornillo sinfín 64 está dispuesto en el interior del

primer alojamiento 30 de tal modo que los dientes del primer engranaje de tornillo sinfín 64 están radialmente colocados alrededor del eje del árbol 11. Por consiguiente, el primer engranaje de tornillo sinfín 64 gira con respecto al eje del árbol 11 al unísono con el árbol de colocación interior 32.

5 El primer tornillo sinfín 66 está dispuesto en un acoplamiento que se puede accionar con el primer engranaje de tornillo sinfín 64 y se extiende a lo largo de un primer eje de accionamiento 35 sustancialmente perpendicular al eje del árbol 11. El primer tornillo sinfín 66 incluye por lo menos un diente que rodea el primer tornillo sinfín 66 en una configuración sustancialmente helicoidal para el acoplamiento engranando con los dientes del primer engranaje de tornillo sinfín 64.

10 Para accionar el primer tornillo sinfín 66, el primer tornillo sinfín 66 está dispuesto sobre el primer árbol de accionamiento 68, el cual se extiende a lo largo del primer eje de accionamiento 35. El primer árbol de accionamiento 68 está dispuesto tanto en el primer alojamiento 30 del regulador de posición de la primera herramienta 12, como en el alojamiento 62 del primer conjunto de accionamiento 34 y de ese modo pasa a través de la abertura de accionamiento 46 en el primer alojamiento 30 del regulador de posición de la primera herramienta 12. El primer árbol de accionamiento 68 conecta funcionalmente el primer tornillo sinfín 66 al primer motor 70 para la transmisión del momento de torsión desde el primer motor 70 hasta el primer tornillo sinfín 66. El primer motor 70 sirve como un mecanismo de accionamiento robótico y por lo tanto puede ser cualquier tipo de motor que se pueda controlar robóticamente, tal como un motor electrónico paso a paso, que puede estar controlado por ordenador según un programa previamente determinado o dinámicamente generado, o en respuesta a mandatos del operario. El primer motor 70 puede estar acoplado al primer árbol de accionamiento 68 mediante un accesorio apropiado (no representado), mediante un conjunto de engranajes cónicos (no representado), un accionamiento de correa (no representado), o cualquier otra estructura convencional adecuada.

25 Haciendo referencia de nuevo a la figura 4, el regulador de posición de la segunda herramienta 14 provee la colocación radial de la segunda herramienta 2 mediante la inclusión de un segundo alojamiento 80, un árbol de colocación exterior 82 y un segundo conjunto de accionamiento 84. El árbol de colocación exterior 82 está dispuesto por lo menos parcialmente en el interior del alojamiento 80. El segundo conjunto de accionamiento 84 está conectado funcionalmente al árbol de colocación exterior 82 para proveer un momento de torsión de accionamiento al árbol de colocación exterior 82 para causar el giro del árbol de colocación exterior 82 alrededor del eje del árbol 11.

35 El segundo alojamiento 80 incluye un primer panel superior 86 y un segundo panel inferior 88, los cuales están conectados en los extremos superior e inferior, respectivamente, de un cuerpo 90. Una abertura superior del árbol 92 puede estar formada a través del panel de la tapa 86 en alineación sustancial con el eje del árbol 11 para permitir que una parte del árbol de colocación exterior 82 se extienda hacia arriba fuera del segundo alojamiento 80 y para permitir que el árbol de colocación interior 32 del regulador de posición de la primera herramienta 12 se extienda en el interior del segundo alojamiento 80 y a través del árbol de colocación exterior 82. Una abertura inferior del árbol 94 está formada a través del panel inferior 88 del segundo alojamiento 80 para permitir que una parte del árbol de colocación exterior 82 y una parte del árbol de colocación interior 32 se extiendan hacia abajo fuera del segundo alojamiento 80. A fin de sostener el árbol de colocación exterior 82 en el interior del segundo alojamiento 80, un rodamiento superior 98 y un rodamiento inferior 100 están provistos en el segundo alojamiento 80 adyacentes al panel superior 86 y al panel inferior 88, respectivamente.

45 El árbol de colocación exterior 82 es globalmente cilíndrico y tubular y se extiende desde un primer extremo o superior 102 hasta un segundo extremo o inferior 104. El árbol de colocación exterior 82 tiene un taladro 106 que es sustancialmente cilíndrico y se extiende parcialmente a través del árbol de colocación exterior 82 a lo largo del eje del árbol 11 del sistema de colocación de herramientas 10. El diámetro interior del taladro 106 del árbol de colocación exterior 82 es complementario al diámetro exterior de la parte inferior 58 del árbol de colocación interior 32, de tal modo que la parte inferior 58 del árbol de colocación interior 32 puede estar dispuesta por lo menos parcialmente en el interior del taladro 106 del árbol de colocación exterior 82 y se extiende a través del árbol de colocación exterior 82. El grado máximo de inserción axial del árbol de colocación interior 32 en el interior del taladro 106 del árbol de colocación exterior 82 está limitado por el acoplamiento del extremo superior 102 del árbol de colocación exterior 82 con el resalte 60 del árbol de colocación interior 32. Además, el diámetro exterior del árbol de colocación exterior 82 puede ser sustancialmente igual al diámetro exterior de la posición superior 56 del árbol de colocación interior 32, lo cual permite que el primer alojamiento 30 y el segundo alojamiento 80 sean idénticos en construcción, puesto que la configuración geométrica del árbol de colocación interior 32 entre los rodamientos 48, 50 del primer alojamiento 30 es sustancialmente idéntica a la configuración geométrica del árbol de colocación exterior 82 entre los rodamientos 98, 100 del segundo alojamiento 80.

60 El segundo conjunto de accionamiento 84 se puede accionar para proveer un momento de torsión de accionamiento al árbol de colocación exterior 82 del regulador de posición de la segunda herramienta 14. El segundo conjunto de accionamiento 84 incluye un alojamiento 112, un segundo engranaje de tornillo sinfín 114, un segundo tornillo sinfín 116, un árbol de accionamiento 118 y un segundo motor 120, como se representa en la figura 5. Para conectar el segundo conjunto de accionamiento 84 al segundo alojamiento 80 y formar interfaz del segundo conjunto de accionamiento 84 con el árbol de colocación exterior 82, una abertura de accionamiento 96 está provista a través de

una pared lateral del cuerpo 90 del segundo alojamiento 80. El alojamiento 112 del segundo conjunto de accionamiento 84 está conectado al cuerpo 90 del segundo alojamiento 80 del regulador de posición de la segunda herramienta 14 adyacente a la abertura de accionamiento 96 en el cuerpo 90 del segundo alojamiento 80.

5 El segundo engranaje de tornillo sinfín 114 está dispuesto sobre o fabricado integralmente con el árbol de colocación exterior 82. De ese modo, el segundo engranaje de tornillo sinfín 114 está dispuesto en el interior del segundo alojamiento 80 de tal modo que los dientes del segundo engranaje de tornillo sinfín 114 están radialmente colocados  
10 alrededor del eje del árbol 11. Por consiguiente, el segundo engranaje de tornillo sinfín 114 gira con respecto al eje del árbol 11 al unísono con el árbol de colocación exterior 82. El segundo engranaje de tornillo sinfín 114 es sustancialmente idéntico al primer engranaje de tornillo sinfín 64 y los engranajes de tornillo sinfín primero y segundo 64, 114 son sustancialmente iguales en diámetro.

15 El segundo tornillo sinfín 116 está dispuesto en un acoplamiento que se puede accionar con el segundo engranaje de tornillo sinfín 114 y se extiende a lo largo de un segundo eje de accionamiento 85 que se extiende sustancialmente perpendicular al eje del árbol 11. El segundo tornillo sinfín 116 incluye por lo menos un diente que rodea el segundo tornillo sinfín 116 en una configuración sustancialmente helicoidal para el acoplamiento engranando con los dientes del segundo engranaje de tornillo sinfín 114. El segundo tornillo sinfín 116 es sustancialmente idéntico al primer tornillo sinfín 66, y los tornillos sin fin primero y segundo 66, 116 son sustancialmente iguales en diámetro.

20 Para accionar el segundo tornillo sinfín 116, el segundo tornillo sinfín 116 está dispuesto sobre el segundo árbol de accionamiento 118, el cual se extiende a lo largo del segundo eje de accionamiento 85. El segundo árbol de accionamiento 118 está dispuesto tanto en el segundo alojamiento 80 del regulador de posición de la segunda herramienta 14, como en el alojamiento 112 del segundo conjunto de accionamiento 84 y de ese modo pasa a través  
25 de la abertura de accionamiento 96 en el segundo alojamiento 80 del regulador de posición de la segunda herramienta 14. El segundo árbol de accionamiento 118 conecta funcionalmente el segundo tornillo sinfín 116 al segundo motor 120 para la transmisión del momento de torsión desde el segundo motor 120 hasta el segundo tornillo sinfín 116. El segundo motor 120 sirve como un mecanismo de accionamiento robótico y por lo tanto puede ser cualquier tipo de motor que se pueda controlar robóticamente, tal como un motor electrónico paso a paso, que  
30 puede estar controlado por ordenador según un programa previamente determinado o dinámicamente generado, o en respuesta a mandatos del operario. El segundo motor 120 puede estar acoplado al segundo árbol de accionamiento 118 mediante un accesorio apropiado (no representado), mediante un conjunto de engranajes cónicos (no representado), un accionamiento de correa (no representado), o cualquier otra estructura convencional adecuada.

35 Como se representa en la figura 6, el primer brazo de herramienta 20 es un elemento alargado rígido que se extiende desde un extremo interior 130 hasta un extremo exterior 132. El primer brazo de herramienta 20 tiene una configuración globalmente rectangular, que incluye una superficie superior 134, una superficie inferior 136 y unas superficies laterales 138. El extremo inferior 130 del primer brazo de herramienta 20 está configurado para ser  
40 conectado al árbol de colocación interior 32 del regulador de posición de la primera herramienta 12 de tal modo que el primer brazo de herramienta 20 se extiende sustancialmente perpendicular al árbol de colocación interior 32 del regulador de posición de la primera herramienta 12. En particular, una abertura de montaje 140 se extiende a través del primer brazo de herramienta 20, desde la superficie superior 134 del primer brazo de herramienta 20 hasta la superficie inferior 136 del primer brazo de herramienta 20, en el extremo interior 130 del mismo. De ese modo, el  
45 primer brazo de herramienta 20 se puede asentar sobre el extremo inferior 54 del árbol de colocación interior 32. El primer brazo de herramienta 20 está conectado rígidamente al extremo inferior 54 del árbol de colocación interior 32 del regulador de posición de la primera herramienta 12 mediante cualquier estructura de fijación adecuada. Por consiguiente, el giro del árbol de colocación interior 32 en respuesta al momento de torsión de accionamiento provisto por el primer conjunto de accionamiento 34 causa el giro del primer brazo de herramienta 20 alrededor del  
50 eje del árbol 11.

55 El extremo exterior 132 del primer brazo de herramienta 20 incluye una primera superficie de soporte de herramienta 142 que está configurada para sostener la primera herramienta 1. La primera superficie de soporte de herramienta 142 puede estar sustancialmente a la misma elevación y ser sustancialmente coincidente con la superficie superior 134 del primer brazo de herramienta 20. Por ejemplo, la primera superficie de soporte de herramienta 142 del primer brazo de herramienta 20 puede incluir una abertura de la primera herramienta 144 que se extiende a través del primer brazo de herramienta 20 desde la superficie de soporte de la herramienta 142 del primer brazo de herramienta 20 hasta la superficie inferior 136 del primer brazo de herramienta 20. La primera abertura de herramienta 144 está configurada para recibir de forma que pueda sostener la primera herramienta 1 a una elevación previamente determinada y la primera herramienta 1 se puede fijar en posición con respecto al primer  
60 brazo de herramienta 20 mediante un ajuste de fricción o mediante cualquier elemento de fijación adecuado. Sin embargo, se debe comprender que la abertura de la primera herramienta 144 no es necesaria porque otras estructuras pueden estar provistas para sostener la primera herramienta 1 a una elevación previamente determinada.

65 Como se representa en las figuras 7 y 8, el segundo brazo de herramienta 22 es un elemento alargado rígido que se

5 extiende desde un extremo interior 150 hasta un extremo exterior 152. El segundo brazo de herramienta 22 tiene una configuración escalonada globalmente rectangular, que incluye una superficie superior 154, una segunda superficie de soporte de herramienta 156 que está separada de la superficie superior 154 mediante un resalte 158, una superficie inferior interior 160 que está separada de una superficie inferior exterior 162 por un resalte en diagonal 164 y unas superficies laterales 166.

10 El extremo interior 150 del segundo brazo de herramienta 22 está configurado para ser conectado al árbol de colocación exterior 82 del regulador de posición de la segunda herramienta 14 de tal modo que el segundo brazo de herramienta 22 se extiende sustancialmente perpendicular al árbol de colocación exterior 82 del regulador de posición de la segunda herramienta 14. En particular, una abertura de montaje 168 se extiende a través del segundo brazo de herramienta 22, desde la superficie superior 154 del segundo brazo de herramienta 22 hasta la superficie inferior interior 160 del segundo brazo de herramienta 22, en el extremo interior 150 del mismo. De ese modo, el segundo brazo de herramienta 22 puede estar asentado sobre el extremo inferior 104 del árbol de colocación exterior 82. El segundo brazo de herramienta 22 está rígidamente conectado al extremo inferior 104 del árbol de colocación exterior 82 del regulador de posición de la segunda herramienta 14 mediante cualquier estructura de fijación adecuada. Por consiguiente, el giro del árbol de colocación exterior 82 en respuesta al momento de torsión de accionamiento provisto por el primer conjunto de accionamiento 34 causa el giro del segundo brazo de herramienta 22 alrededor del eje del árbol 11.

20 La segunda superficie de soporte de herramienta 156 está dispuesta en el extremo exterior 152 del segundo brazo de herramienta 22 y está configurada para sostener la segunda herramienta 2. Por ejemplo, la segunda superficie de soporte de herramienta 156 del segundo brazo de herramienta 22 puede incluir una abertura de la segunda herramienta 170 que se extiende a través del segundo brazo de herramienta 22 desde la superficie de soporte de la herramienta 156 del segundo brazo de herramienta 22 hasta la superficie inferior exterior 162 del segundo brazo de herramienta 22. La abertura de la segunda herramienta 170 está configurada para recibir de forma que pueda sostener la segunda herramienta 2 a una elevación previamente determinada y la segunda herramienta 2 se puede fijar en posición con respecto al segundo brazo de herramienta 22 mediante un ajuste de fricción, o mediante cualquier elemento de fijación adecuado.

30 El segundo brazo de herramienta incluye una parte escalonada 172, la cual está definida entre el resalte 158 y el resalte en diagonal 164. Una parte interior 174 del segundo brazo de herramienta 22 está definida entre el extremo interior 150 del segundo brazo de herramienta 22 y el resalte en diagonal 164 y tiene una elevación sustancialmente continua. El resalte en diagonal 164 empieza hacia fuera de la abertura de montaje 168 y se extiende formando un ángulo, tal como 30 grados, con respecto a las superficies laterales 166 del segundo brazo de herramienta. De ese modo, el ancho de la parte escalonada 172 se ensancha a medida que el resalte en diagonal 164 progresa hacia el extremo exterior 152 del segundo brazo de herramienta 22. Una parte exterior 176 del segundo brazo de herramienta 22 está definida entre el extremo exterior 152 del segundo brazo de herramienta 22 y el resalte 158 y tiene una elevación sustancialmente continua. El resalte 158 se extiende entre las superficies laterales 166 del segundo brazo de herramienta 22 y puede tener una forma que sea recta, en arco, segmentada o cualquier combinación de ellas. El resalte 158 se puede extender sustancialmente perpendicular a las superficies laterales 166 del segundo brazo de herramienta, o formando un ángulo con la misma.

45 La elevación del segundo brazo de herramienta 22 cae entre el extremo interior 152 del segundo brazo de herramienta 22 y el extremo exterior 150 del segundo brazo de herramienta 22 en la parte escalonada 172. La elevación de la segunda superficie de soporte de herramienta 156 del segundo brazo de herramienta 22, la cual está colocada en la parte exterior 176 del segundo brazo de herramienta 22, es sustancialmente la misma o ligeramente inferior que la elevación de la superficie inferior interior 160 del segundo brazo de herramienta 22, la cual está colocada en la parte interior 174 del segundo brazo de herramienta 22. Adicionalmente, la profundidad de la parte interior 174 del segundo brazo de herramienta 22 y la profundidad de la parte exterior 176 del segundo brazo de herramienta 22 pueden ser sustancialmente iguales.

55 Como se representa en las figuras 9A – 9B, el primer brazo de herramienta 20 y el segundo brazo de herramienta 22 se mueven a lo largo de una trayectoria semicircular A entre una posición adyacente (figura 9A) y posiciones separadas (figura 9B). Durante el movimiento del primer brazo de herramienta 20 y el segundo brazo de herramienta 22, la primera superficie de soporte de herramienta 142 del primer brazo de herramienta 20 y la segunda superficie de soporte de herramienta 156 del segundo brazo de herramienta 22 se mantienen a una elevación de la herramienta común para sostener la primera herramienta 1 y la segunda herramienta 2 en la elevación de la herramienta a través del movimiento del primer brazo de herramienta 20 y el segundo brazo de herramienta 22. En el caso en el que las herramientas primera y segunda 1, 2 tengan una gama limitada de alturas de trabajo efectivas, sosteniendo las herramientas primera y segunda 1, 2 a una elevación común de la herramienta, permite la utilización máxima de la gama de trabajo de ambas herramientas primera y segunda 1, 2.

65 La posición adyacente se establece cuando el primer brazo de herramienta 20 está a una separación angular mínima del segundo brazo de herramienta 22. Sin embargo, la posición adyacente se puede establecer en cualquier orientación angular de los primer y segundo brazos de herramientas 20, 22 con respecto a la placa transportadora 16 o bien otra parte fija del sistema de colocación de herramientas 10. En la posición adyacente, el primer brazo de

- herramienta 20 y el segundo brazo de herramienta 22 están en una configuración anidada, en la que una parte de la superficie superior 134 del primer brazo de herramienta 20 está directamente adyacente y encarada a la superficie inferior interior 160 del segundo brazo de herramienta 22 y además en el que una de las superficies laterales 138 del primer brazo de herramienta 20 es adyacente y está encarada al resalte en diagonal 164 del segundo brazo de herramienta 22. Adicionalmente el acoplamiento de una de las superficies laterales 138 del primer brazo de herramienta 20 con el resalte en diagonal 164 del segundo brazo de herramienta 22 evita el movimiento adicional de la primera herramienta 1 hacia la segunda herramienta 2, evitando de ese modo la colisión de las herramientas primera y segunda 1, 2.
- 5
- 10 La posición separada se establece cuando el primer brazo de herramienta 20 está dispuesto en cualquier separación angular con respecto al segundo brazo de herramienta 22 que sea sustancialmente mayor que la separación angular mínima como viene dictada por el acoplamiento de una de las superficies laterales 138 del primer brazo de herramienta 20 con el resalte en diagonal 164 del segundo brazo de herramienta 22.
- 15 En utilización, un operario puede utilizar tanto manualmente como mediante programas el sistema de colocación de herramientas 10 para colocar selectivamente la primera herramienta 1 y la segunda herramienta 2 a lo largo de un arco semicircular. Para colocar selectivamente la primera herramienta 1, el operario acciona el primer conjunto de accionamientos 34 del regulador de posición de la primera herramienta 12 para aplicar un momento de torsión de accionamiento al árbol de colocación interior 32, el cual causa el giro del árbol de colocación interior 32, el primer
- 20 brazo de herramienta 20 y la primera herramienta 1. Para colocar selectivamente la segunda herramienta 2, el operario acciona el segundo conjunto de accionamiento 84 del regulador de posición de la segunda herramienta 14 para aplicar un momento de torsión de accionamiento al árbol de colocación exterior 82, el cual causa el giro del árbol de colocación exterior 82, el segundo brazo de herramienta 22 y la segunda herramienta 2.



## REIVINDICACIONES

1. Sistema robótico de colocación de herramientas (10) para la colocación de una primera herramienta (1) y de una segunda herramienta (2), que comprende:
- 5 un árbol interior (32) que se extiende desde un extremo superior (52) hasta un extremo inferior (54), estando provisto el árbol interior (32) de un perfil escalonado definido por una parte superior (56) que tiene un primer diámetro y una parte inferior (58) que tiene un segundo diámetro que es menor que el primer diámetro;
- 10 un primer brazo de herramienta (20) conectado a la parte inferior (58) del árbol interior (32) en el extremo inferior (54) del mismo y que se extiende radialmente hacia fuera desde el mismo, presentando el primer brazo de herramienta (20) una primera superficie de soporte de herramienta (142) dispuesta a una elevación de la herramienta para sostener la primera herramienta (1) en la misma;
- 15 un primer conjunto de accionamiento (34) configurado para girar el árbol interior (32) alrededor de un eje del árbol (11) para colocar selectivamente la primera herramienta (1) a lo largo de una trayectoria semicircular (A);
- un árbol exterior tubular (82) que se extiende desde un extremo superior (102) hasta un extremo inferior (104), estando provisto el árbol exterior tubular de un taladro (106) formado a través del mismo, en el que la parte inferior (58) del árbol interior (32) se extiende a través del árbol exterior tubular (82);
- 20 un segundo brazo de herramienta (22) conectado al árbol exterior tubular (82) en el extremo inferior (104) del mismo, presentando el segundo brazo de herramienta (22) una segunda superficie de soporte de herramienta (156) dispuesta en la elevación de la herramienta para sostener la segunda herramienta (2) en la misma; y
- 25 un segundo conjunto de accionamiento (84) configurado para girar el árbol exterior tubular (82) alrededor del eje del árbol (11) para colocar selectivamente la segunda herramienta (2) a lo largo de una trayectoria semicircular (A).
2. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, que comprende asimismo:
- 30 una parte escalonada (172) formada en el segundo brazo de herramienta (22) entre una parte interior (174) del segundo brazo de herramienta y la segunda superficie de soporte de herramienta (156) del segundo brazo de herramienta (22) en la que una superficie superior de la parte interior (174) del segundo brazo de herramienta está dispuesta encima de la elevación de la herramienta.
- 35 3. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 2, que comprende asimismo:
- un resalte en diagonal (164) formado en el segundo brazo de herramienta (22), extendiéndose el resalte en diagonal (164) hacia dentro desde la parte escalonada (172) hacia un extremo interior (150) del segundo brazo de herramienta (22), en el que el resalte en diagonal (164) del segundo brazo de herramienta (22) está configurado para acoplar una superficie lateral (138) del primer brazo de herramienta para limitar el giro del primer brazo de herramienta (20) más allá del segundo brazo de herramienta (22).
- 40 4. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, que comprende asimismo:
- 45 una parte escalonada formada en el primer brazo de herramienta (20) entre una parte interior del primer brazo de herramienta y la primera superficie de soporte de herramienta (142) del primer brazo de herramienta, en la que una superficie superior de la parte interior del primer brazo de herramienta está dispuesta por debajo de la elevación de la herramienta.
- 50 5. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 4, que comprende asimismo:
- un resalte en diagonal formado en el primer brazo de herramienta (20), extendiéndose el resalte en diagonal hacia dentro desde la parte escalonada hacia un extremo interior (130) del primer brazo de herramienta, en el que el resalte en diagonal del primer brazo de herramienta está configurado para acoplar una superficie lateral (166) del segundo brazo de herramienta para limitar el giro del segundo brazo de herramienta (22) más allá del primer brazo de herramienta (20).
- 55 6. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, en el que un extremo interior (150) del segundo brazo de herramienta (22) está dispuesto encima de un extremo interior (130) del primer brazo de herramienta (20).
- 60 7. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, en el que el árbol exterior tubular (82) y la parte superior (56) del árbol interior (32) son iguales en diámetro.
- 65 8. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, que comprende asimismo:

5 el primer conjunto de accionamiento (34) provisto de un primer engranaje de tornillo sinfín (64) conectado a la parte superior (56) del árbol interior (32), un primer tornillo sinfín (66) que se acopla engranando el primer engranaje de tornillo sinfín (64) para girar el árbol interior y un primer mecanismo de accionamiento robótico (70) conectado al primer tornillo sinfín (66) para proporcionar un momento de torsión al mismo; y

10 el segundo conjunto de accionamiento (84) que presenta un segundo engranaje de tornillo sinfín (114) conectado al árbol exterior tubular (82), un segundo tornillo sinfín (116) que se acopla engranando el segundo engranaje de tornillo sinfín (114) para girar el árbol exterior tubular (82) y un segundo mecanismo de accionamiento robótico (120) conectado al segundo tornillo sinfín (116) para proporcionar un momento de torsión al mismo.

9. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 8, en el que el primer engranaje de tornillo sinfín (64) y el segundo engranaje de tornillo sinfín (114) son iguales en diámetro.

15 10. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 8, que comprende asimismo:

20 una parte escalonada (172) formada en el segundo brazo de herramienta (22) entre una parte interior (174) del segundo brazo de herramienta y la segunda superficie de soporte de herramienta (156) del segundo brazo de herramienta, en la que una superficie superior de la parte interior del segundo brazo de herramienta está dispuesta por encima de la elevación de la herramienta.

11. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 10, que comprende asimismo:

25 un resalte en diagonal (164) formado en el segundo brazo de herramienta (22), extendiéndose el resalte en diagonal (164) hacia dentro desde la parte escalonada (172) hacia un extremo interior (150) del segundo brazo de herramienta, en el que el resalte en diagonal (164) del segundo brazo de herramienta está configurado para acoplar una superficie lateral (138) del primer brazo de herramienta (20) para limitar el giro del primer brazo de herramienta (20) más allá del segundo brazo de herramienta (22).

30 12. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 8, que comprende asimismo:

35 una parte escalonada formada en el primer brazo de herramienta (20) entre una parte interior del primer brazo de herramienta y la primera superficie de soporte de herramienta (142) del primer brazo de herramienta (20), en la que una superficie superior de la parte interior del primer brazo de herramienta está dispuesta por debajo, encima de la elevación de la herramienta.

13. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 12, que comprende asimismo:

40 un resalte en diagonal formado en el primer brazo de herramienta (20), extendiéndose el resalte en diagonal hacia dentro desde la parte escalonada hacia un extremo interior (130) del primer brazo de herramienta (20), en el que el resalte en diagonal del primer brazo de herramienta está configurado para acoplar una superficie lateral (166) del segundo brazo de herramienta (22) para limitar el giro del segundo brazo de herramienta (22) más allá del primer brazo de herramienta (20).

45 14. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 8, en el que un extremo interior (150) del segundo brazo de herramienta (22) está dispuesto por encima de un extremo interior del primer brazo de herramienta.

50 15. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 8, en el que el árbol exterior tubular (82) y la parte superior del árbol interior (56) son iguales en diámetro.

16. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 1, que comprende asimismo:

55 un alojamiento superior (30) provisto de una abertura del árbol (44) en una superficie inferior del mismo y una abertura de accionamiento (46) en su superficie lateral (40);

60 la parte superior (56) del árbol interior (32) que está provista de un primer engranaje de tornillo sinfín (64) conectado en el mismo, estando dispuesto el engranaje de tornillo sinfín en el interior del alojamiento superior (30), estando soportado el árbol interior (32) de forma giratoria con respecto al alojamiento superior mediante un par de rodamientos (48, 50) y extendiéndose el árbol interior fuera del alojamiento superior a través de la abertura del árbol (44) del alojamiento superior;

65 un primer tornillo sinfín (66) que se acopla engranando el primer engranaje de tornillo sinfín (64) para girar el árbol interior (32);

5 un primer mecanismo de accionamiento robótico (70) dispuesto en el interior de un primer alojamiento de accionamiento (62) que está conectado a la abertura de accionamiento (46) del alojamiento superior, estando el primer mecanismo de accionamiento robótico (70) conectado al primer tornillo sinfín (66) para proporcionar un momento de torsión al mismo para colocar selectivamente la primera herramienta (1) a lo largo de la trayectoria semicircular;

10 un alojamiento inferior (80) provisto de una abertura superior del árbol (92) en una superficie superior (86) del mismo y una abertura inferior del árbol (94) en una superficie inferior del mismo y una abertura de accionamiento (96) en una superficie lateral (90) del mismo, extendiéndose el árbol interior (32) al interior del alojamiento inferior (80) a través de la abertura superior del árbol (92) del mismo y extendiéndose fuera del alojamiento inferior a través de la abertura inferior del árbol (94) del mismo;

15 el árbol exterior tubular (82) que presenta un segundo engranaje de tornillo sinfín (114) conectado en el mismo, estando dispuesto el segundo engranaje de tornillo sinfín (114) en el interior del alojamiento inferior (80), estando soportado el árbol exterior tubular (82) de forma giratoria con respecto al alojamiento inferior (80) mediante un par de rodamientos (98, 100) y extendiéndose el árbol exterior tubular (82) fuera del alojamiento inferior (80) a través de su abertura inferior del árbol (94);

20 un segundo tornillo sinfín (116) que se acopla engranando el segundo engranaje de tornillo sinfín (114) para girar el árbol exterior tubular (82); y

25 el segundo mecanismo de accionamiento robótico (120) dispuesto en el interior de un segundo alojamiento de accionamiento (112) que está conectado a la abertura de accionamiento (96) del alojamiento inferior (80), estando el segundo mecanismo de accionamiento robótico (120) conectado al segundo tornillo sinfín (116) para proporcionar un momento de torsión al mismo para colocar selectivamente la segunda herramienta (2) a lo largo de la trayectoria semicircular.

30 17. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 16, en el que el árbol exterior tubular (82) y la parte superior (56) del árbol interior son iguales en diámetro.

18. Sistema robótico de colocación de herramientas según la reivindicación 16, en el que el primer engranaje de tornillo sinfín (64) y el segundo engranaje de tornillo sinfín (114) son iguales en diámetro.

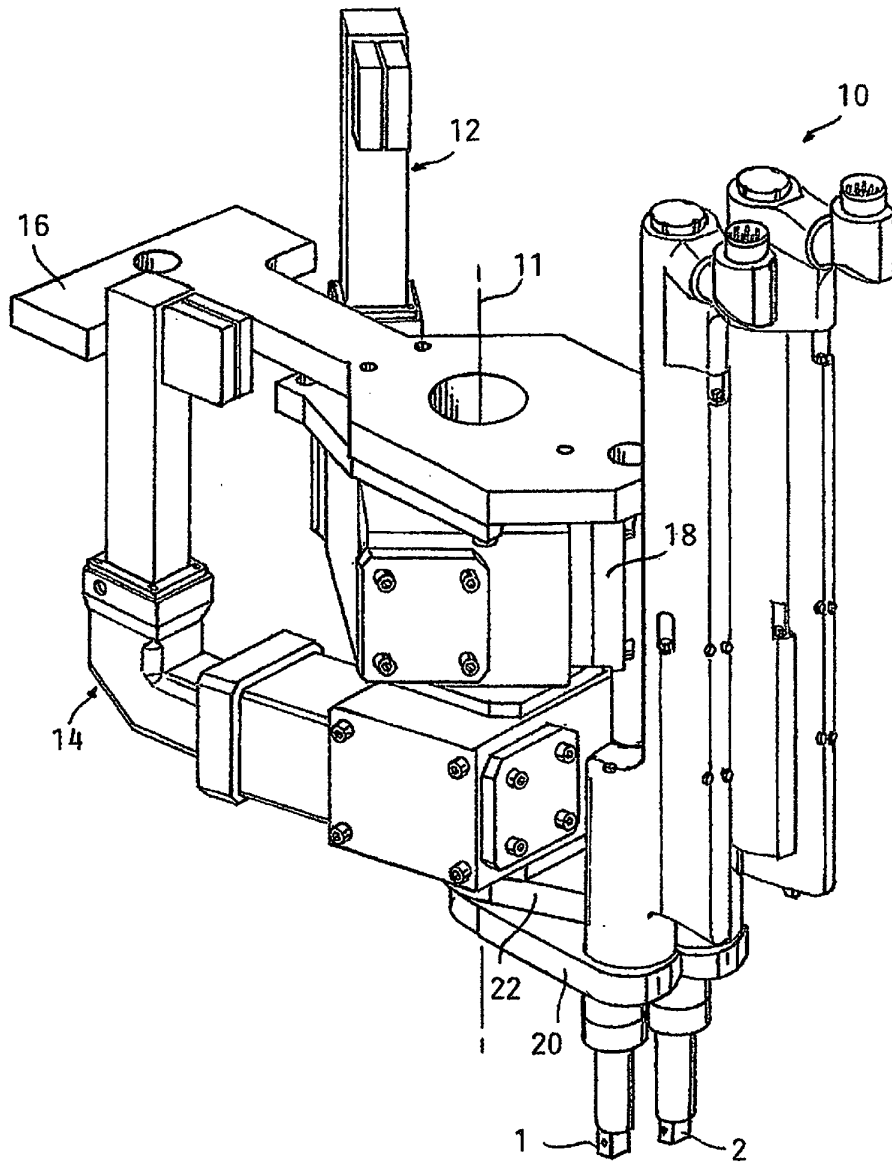


FIG. 1

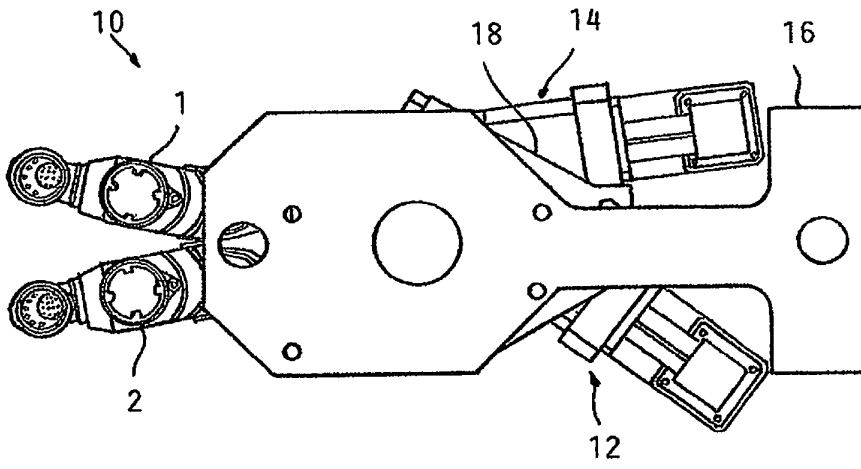


FIG. 2

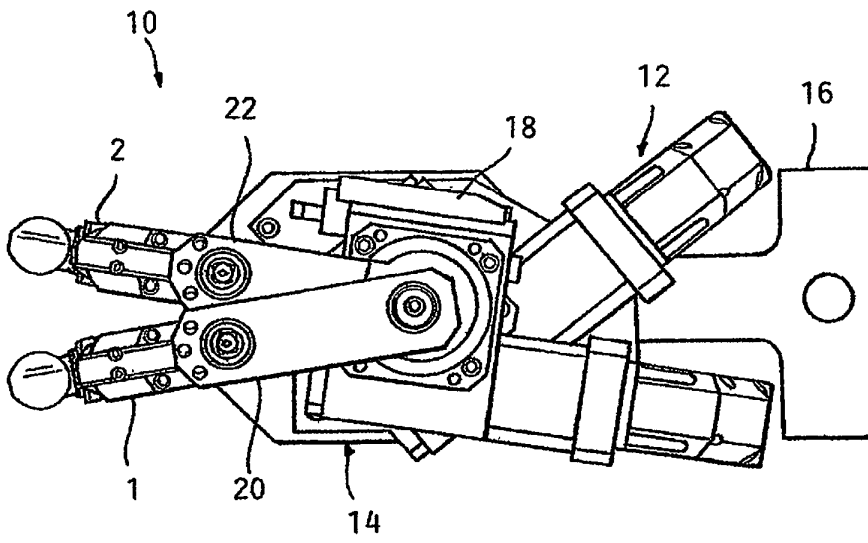
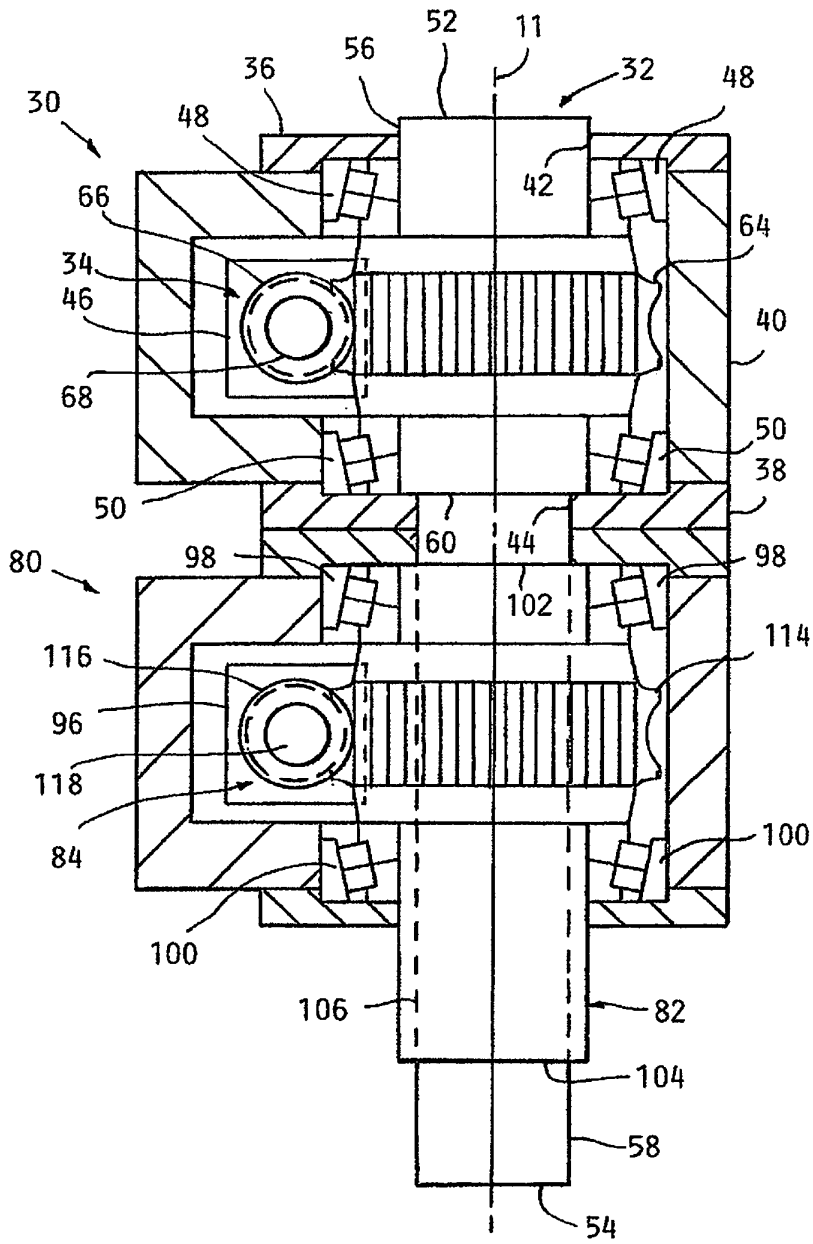


FIG. 3



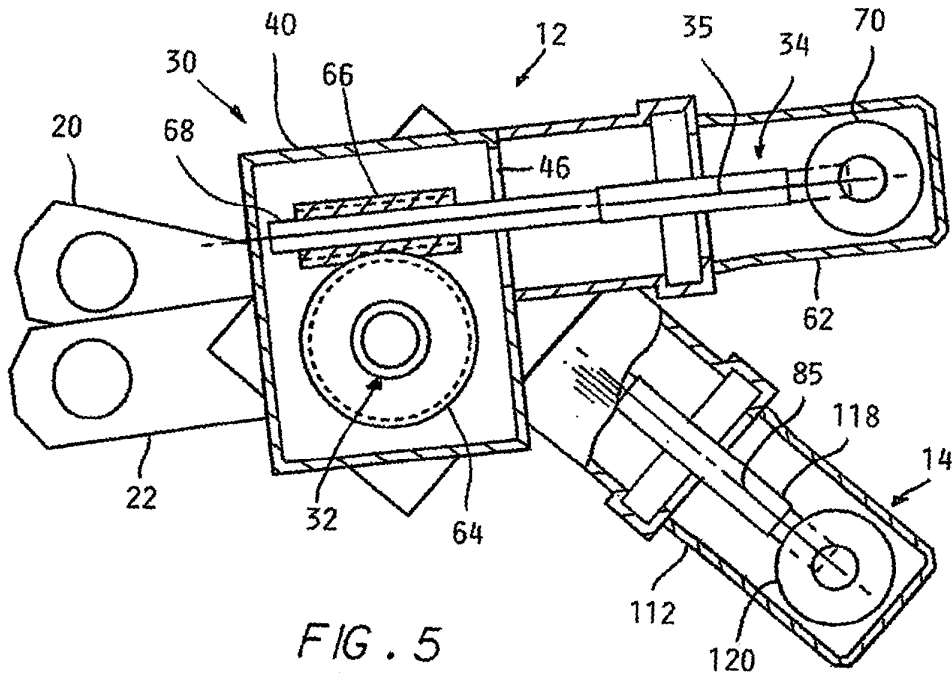


FIG. 5

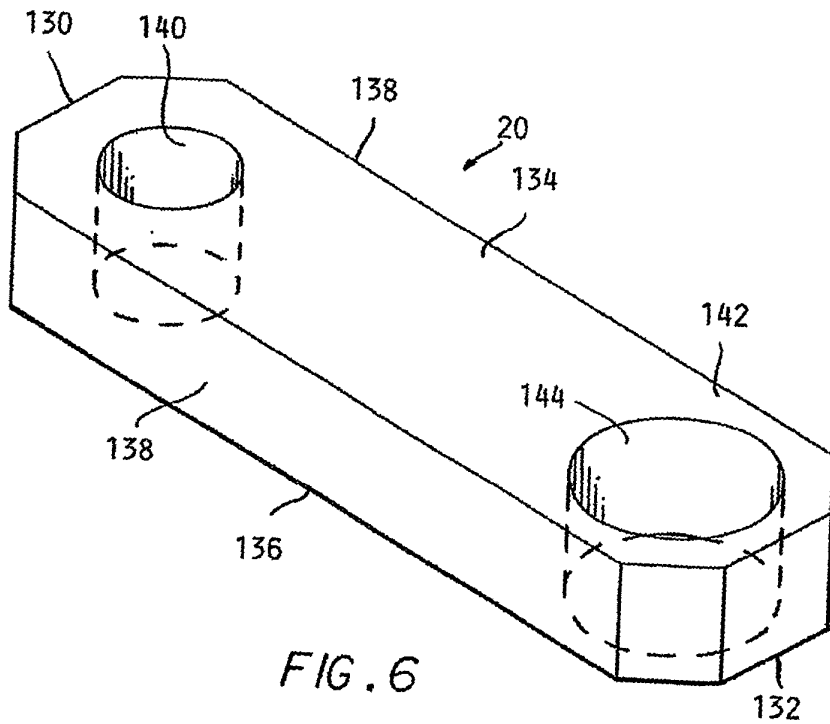


FIG. 6

