

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 199**

51 Int. Cl.:

**B25J 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2015 PCT/EP2015/060022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15169886**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2015 E 15723457 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3140085**

54 Título: **Accionamiento de una mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide**

30 Prioridad:

**07.05.2014 FR 1454162**

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

**16.10.2018**

73 Titular/es:

**SOFTBANK ROBOTICS EUROPE (100.0%)  
43 rue du Colonel Pierre Avia  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LAVILLE, JÉRÉMY;  
FAUCHET, GILLES y  
DEPOST, THIBAUT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 686 199 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

Accionamiento de una mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide

La invención se refiere a una mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide. De manera más precisa, trata sobre una mano cuyos dedos pueden desplazarse de una posición de reposo hacia dos posiciones distintas por medio de un único accionador.

La mano humana es una parte del cuerpo humano extremadamente compleja. Comprende varios dedos articulados alrededor de la palma de la mano. Por otra parte, cada dedo posee varias falanges articuladas entre sí. Cada articulación es móvil por medio de músculos. Las diferentes articulaciones de la mano permiten el agarre de objetos de formas diversas. La posición relativa de los dedos y de la palma permite, igualmente, realizar unos signos o símbolos que permiten comunicar un mensaje, por ejemplo, el índice extendido para designar un objeto o una dirección, el pulgar extendido para significar una aprobación, etc... El dominio de los movimientos de los dedos de la mano reviste, por lo tanto, un interés particular para reforzar el carácter humanoide de un robot y sus capacidades de interacción. Una dificultad reside en el gran número de accionadores necesarios para asegurar el control independiente de los movimientos de los dedos.

Es poco realista pilotar independientemente el movimiento de cada una de las falanges de cada uno de los dedos de la mano, tanto para el agarre de objeto como para la comunicación de un mensaje visual. Se busca en la práctica dar el mayor número de posibilidad de movimientos con el menor número de accionadores. De manera conocida, un mecanismo se denomina subaccionado cuando el número de accionadores pilotables A es inferior al número de grados de libertad N, es decir, cuando  $N > A$ . El grado de subaccionamiento está, entonces, definido como la diferencia  $(N - A)$ . Se conoce, por ejemplo, una mano subaccionada en la que cuatro dedos con tres falanges y un dedo con dos falanges pueden cerrarse por un accionador único. Permitiendo el pilotaje de catorce grados de libertad - mediante catorce conexiones pivote - por medio de un único accionador, una mano de este tipo presenta un fuerte grado de subaccionamiento.

Se ha intentado mejorar la capacidad de control de una mano conservando un fuerte grado de subaccionamiento de la mano. Se conoce, por ejemplo, la implementación de un distribuidor, dispuesto entre el accionador y los dedos, de manera que se reparta el esfuerzo de agarre sobre cada uno de los dedos. La mano puede, de este modo, por medio de un único accionador, tomar unos objetos de formas diversas. La mano es pilotable, no obstante, solo entre una posición abierta y una posición cerrada; dependiendo la posición respectiva de cada uno de los dedos en posición cerrada de la forma del objeto tomado. Si no está interpuesto ningún objeto entre los dedos, estos se cierran hacia una posición que representa un punto cerrado.

Para reforzar el carácter humanoide y sus capacidades de interacción de un robot, permanece deseable aumentar las posibilidades de control de los movimientos de una mano conservando al mismo tiempo un fuerte grado de subaccionamiento. Por supuesto, la solución deberá poder insertarse en el entorno estructural y funcional del robot.

Para esto, la invención tiene como objeto una mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide, comprendiendo la mano una palma y varios dedos, pudiendo cada uno de los dedos desplazarse con respecto a la palma entre una posición de reposo retenida por efecto de muelle y una posición comprimida obtenida por arrastre de una pieza de conexión entre dicho dedo y la palma, contrarrestando el efecto de muelle. La mano comprende, además, un árbol motorizado, conectado a la pieza de conexión de cada uno de los dedos y configurado de modo que desplace de la posición de reposo, donde los dedos representan con la palma una mano abierta, hacia la posición comprimida al menos un primer dedo por rotación del árbol motorizado en un primer sentido de rotación y todos los dedos por rotación del árbol motorizado en un sentido de rotación opuesto al primer sentido de rotación, de manera que represente con la palma una mano cerrada. El árbol comprende, además, un primer y un segundo perfiles radiales, respectivamente sobre una primera y una segunda porciones de su circunferencia, configurados para arrastrar la pieza de conexión de un dedo, durante una rotación del árbol respectivamente en el primer sentido y el sentido opuesto de rotación.

Según la invención, dos de los dedos están implantados en la palma de manera que se parezcan respectivamente a un pulgar y a un índice, estando el pulgar o el índice retenido en la posición de reposo durante una rotación del árbol en un primer sentido.

Ventajosamente, uno de los dedos de la mano está desplazado por rotación del árbol únicamente en uno de los dos sentidos de rotación.

Ventajosamente, la pieza de conexión de uno de los dedos comprende un cable conectado, por una parte, al dedo y, por otra parte, al árbol por medio de un engaste alojado en una cavidad del árbol; atravesando el cable radialmente el árbol por un conducto que conecta la cavidad y un extremo de uno de los perfiles radiales, de modo que la rotación del árbol en un sentido de rotación llega a arrollar el cable sobre dicho perfil radial, arrastrando el desplazamiento del dedo por tracción del cable.

Ventajosamente, el perfil radial de uno de los dedos es sustancialmente circular sobre una porción de circunferencia cercana a un semicírculo centrado sobre el eje de rotación del árbol y sobre el que el cable de dicho dedo puede

llegar a arrollarse; determinando el diámetro del perfil radial el trayecto del cable y la amplitud del desplazamiento del dedo entre la posición de reposo y la posición comprimida.

5 Ventajosamente, la pieza de conexión de uno de los dedos comprende un engaste montado libre en rotación en la cavidad centrada sobre el eje de rotación del árbol; estando el conducto configurado para que permita que el cable atraviere el árbol radialmente a todo lo largo de un perfil radial, de modo que el dedo está retenido en la posición de reposo durante una rotación del árbol.

Ventajosamente, el árbol presenta varios primer y segundo perfiles radiales dispuestos sucesivamente según el eje de rotación del árbol, para el desplazamiento simultáneo de varios dedos.

10 Ventajosamente, la mano comprende dos dedos idénticos conectados al árbol por dos cables de longitudes idénticas y dos engastes idénticos. El árbol comprende dos cavidades de alojamiento habilitadas en el árbol a dos distancias distintas del eje de rotación del árbol, que permiten implantar los dos dedos en la palma de la mano a dos distancias distintas del eje de rotación del árbol.

15 Ventajosamente, la pieza de conexión de uno de los dedos es rígida y cuyo árbol comprende una primera y una segunda levas; estando la pieza de conexión rígida desplazada respectivamente por medio de la primera y segunda levas por rotación del árbol respectivamente en el primer sentido y en el sentido opuesto.

La invención trata, igualmente, sobre un robot de carácter humanoide equipado con una mano que tiene las características anteriormente descritas.

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas se mostrarán con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización dado a título de ejemplo en las siguientes figuras.

20 Las figuras 1a y 1b representan dos ejemplos de robots humanoides que pueden estar equipados con dos manos según la invención,  
 las figuras 2a, 2b y 2c representan un ejemplo de mano de robot humanoide que comprende una palma y unos dedos posicionados de manera que representen la mano en configuración "mano abierta", "mano cerrada" e "índice extendido".  
 25 las figuras 3a y 3b representan un ejemplo de dedo de robot humanoide constituido por varias falanges, respectivamente en posición "dedo extendido" y "dedo replegado"  
 las figuras 4a y 4b ilustran el principio según la invención del desplazamiento de los dedos de la mano de la configuración "mano abierta" respectivamente hacia la configuración "mano cerrada" y la configuración "índice extendido",  
 30 la figura 5 representa un árbol motorizado y unas piezas de conexión implementado en la mano de robot humanoide según la invención,  
 las figuras 6a y 6b representan según dos vistas el árbol motorizado y las piezas de conexión entre el árbol y tres dedos de la mano del robot.

Para mayor claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

35 Las **figuras 1a y 1b** representan dos ejemplos de robots humanoides desarrollados por la compañía ALDEBARAN ROBOTICS™. El robot humanoide 1 representado en la figura 1a comprende una cabeza 10, un tronco 2, dos brazos 3, dos manos 4, dos piernas 5 y dos pies 6. El robot humanoide 1' representado en la figura 1b comprende una cabeza 10, un tronco 2, dos brazos 3, dos manos 4 y una falda 7. La invención trata sobre una mano que puede equipar estos tipos de robots humanoides.

40 La invención está descrita en lo sucesivo en el caso particular de una mano que comprende cuatro dedos implantados en una palma. Tres dedos constituidos por tres falanges se parecen a un índice, un corazón y un anular. Un cuarto dedo constituido por dos falanges se parece a un pulgar. Queda bien entendido que la invención no se limita a este ejemplo particular, sino que cubre más ampliamente una mano según la reivindicación 1 que comprende una palma y varios dedos motorizados que permiten, a la manera de un humano, desplazar los dedos con respecto a la palma. Además, la invención se implementa en una mano para reforzar el carácter humanoide del robot, por ejemplo, permitiendo una comunicación visual mejorada. Queda entendido que la invención puede implementarse según el mismo principio y con los mismos beneficios para otros órganos, por ejemplo, un pie de robot humanoide o una pata de robot de carácter animal. En lo sucesivo, el término de mano designa de manera general un órgano que comprende una palma y unos dedos motorizados con respecto a la palma.

50 Las **figuras 2a, 2b y 2c** representan un ejemplo de mano de robot humanoide según la invención que comprende una palma y unos dedos posicionados de manera que representen la mano en configuración "mano abierta", "mano cerrada" e "índice extendido". En el ejemplo representado en las figuras, la mano comprende una palma 15, tres dedos 12, 13 y 14 constituidos por tres falanges y un dedo 11 constituido por dos falanges. Por su forma y su implantación en la palma de la mano, los dedos 11, 12, 13 y 14 constituyen respectivamente el pulgar, el índice, el corazón y el anular de la mano 4. La figura 2a representa la mano en configuración "mano abierta", la figura 2b en configuración "mano cerrada" y la figura 2c en configuración "índice extendido".  
 55

Las **figuras 3a y 3b** representan un ejemplo de dedo de robot humanoide constituido por varias falanges, respectivamente en posición "dedo extendido" y "dedo replegado". Se conocen diversos tipos de mano subaccionadas que buscan pilotar por medio de un número limitado de accionador el mayor número de grado de libertad de los dedos de la mano. En un diseño difundido ilustrado en las figuras, cada dedo comprende varias falanges conectadas sucesivamente las unas a las otras. Por ejemplo, el dedo 12 comprende sucesivamente una falange proximal 61, conectada a la palma 15, una falange mediana 62 y una falange distal 63, la más distante de la palma. Las falanges están conectadas entre sí y con la palma por una conexión con uno o varios grados de libertad, por ejemplo, una conexión pivote. Por ejemplo, la palma 15 y la falange 61 están conectadas por una conexión pivote 71a; las falanges 61 y 62 están conectadas por una conexión pivote 72a; y las falanges 62 y 63 están conectadas por una conexión pivote 73a. En una posición por defecto, denominada en lo sucesivo posición de reposo, las falanges de los dedos están retenidas en posición por efecto de muelle. Esta retención puede obtenerse al nivel de cada conexión pivote por medio de un tope mecánico que limita el recorrido angular de la conexión pivote y de un mecanismo con muelle que lleva a posicionar las falanges en tope mecánico. De este modo, las falanges 61, 62 y 63 están retenidas en una posición de reposo que representa un dedo extendido, por medio de los muelles helicoidales 71b 72b y 73b arrollados alrededor de las conexiones pivote 71a, 72a y 73a.

Cada dedo comprende, además, una pieza de conexión entre el dedo y la palma configurada para arrastrar el desplazamiento del dedo con respecto a la palma, de la posición de reposo hacia otra posición ejerciendo una fuerza que contrarresta el efecto de muelle. Por ejemplo, la pieza de conexión puede comprender un cable 75 que atraviesa las falanges del dedo y conectado, por una parte, a la falange distal 63, por ejemplo, por medio de un engaste 75a y, por otra parte, a un accionador eléctrico (no representado) en la palma. Ejerciendo una fuerza de tracción superior a la fuerza de retorno de los muelles el accionador arrastra la rotación de cada una de las falanges y desplaza el dedo de su posición de reposo hacia una posición extrema, denominada posición comprimida, representada en la figura 3b.

En una mano subaccionada que limita al máximo el número de accionador, los cables de cada uno de los dedos están conectados a un único accionador, capaz de desplazar simultáneamente todos los dedos de la posición de reposo hacia la posición comprimida. Para permitir el agarre de objetos de formas variadas, también se ha considerado como se ha mencionado anteriormente interponer un distribuidor entre el accionador y los cables de cada uno de los dedos, de modo que se reparta el esfuerzo de tracción transmitido a los diferentes cables.

Vamos a describir en lo sucesivo una mano subaccionada según la invención en este caso particular de una mano que comprende varios dedos, comprendiendo cada dedo varias falanges retenidas en una posición por un mecanismo de muelle y un cable de conexión cuya tracción por un accionador permite arrastrar en rotación cada falange contrarrestando el efecto de muelle. Esta implementación no es limitativa de la presente invención. Se consideran, igualmente, otras implementaciones. Los dedos pueden, por ejemplo, comprender una única falange desplazable entre dos posiciones extremas. Cuando un dedo comprende varias falanges, el efecto de muelle que retiene el dedo en posición de reposo puede obtenerse por medio de un conjunto de muelles helicoidales asociados a cada una de las conexiones pivote de las diferentes falanges, como se ilustra por las figuras 3a y 3b o por medio de un mecanismo de muelle formado por una pieza única que conecta cada una de las falanges y que ejerce una fuerza de retorno que retiene el conjunto de las falanges en la posición de reposo. Asimismo, la pieza de conexión entre el dedo y la palma puede comprender un cable flexible 75, tal como un cable metálico, que conecta el accionador motorizado que asegura la tracción del cable a la falange distal. También se considera una pieza de conexión constituida por una pieza mecánica rígida en contacto por un extremo con un accionador motorizado que comprende un árbol provisto de levas cuya rotación arrastra en movimiento la pieza rígida para desplazar el dedo.

En lo sucesivo, la posición de reposo de cada uno de los dedos corresponde a un dedo extendido para una mano humana. Todos los dedos están en posición de reposo en la configuración "mano abierta" representada en la figura 2a. La posición comprimida de cada uno de los dedos corresponde a un dedo replegado contra la palma. Todos los dedos están en posición comprimida en la configuración "mano cerrada" representada en la figura 2b. Esta posición de cada uno de los dedos con respecto a la palma para la posición de reposo y la posición comprimida se elige por convención; presentando esta elección algunas ventajas en cuanto a consumo del motor, de vida útil o de resistencia a una caída. No obstante, es posible, sin salirse del marco de la invención, elegir por posición de reposo de uno o de todos los dedos la posición donde el o los dedos están replegados contra la palma. Permitiendo, entonces, el accionador motorizado abrir el o los dedos de la mano.

La idea general de la presente invención es añadir una posibilidad de movimiento a una mano conservando al mismo tiempo el mismo grado de subaccionamiento. La invención consiste en arrastrar uno o varios dedos fuera de su posición de reposo, por rotación de un árbol motorizado en un primer sentido y todos los dedos por rotación en el sentido de rotación opuesto. La invención saca provecho ventajosamente de las dos capacidades motrices de un accionador rotativo para permitir dos movimientos distintos de los dedos de la mano a partir de una misma configuración inicial. En el modo de realización representado en las figuras, una rotación del accionador rotativo en un primer sentido permite bascular de la configuración "mano abierta" a la configuración "mano cerrada", una rotación en el sentido puesto permite bascular de la configuración "mano abierta" a la configuración "índice extendido". Como anteriormente, la posición de cada uno de los dedos para las tres configuraciones es arbitraria. De una manera general, la invención trata sobre un árbol motorizado configurado para desplazar de la posición de reposo hacia la posición comprimida al menos un primer dedo por rotación del árbol motorizado en un primer sentido

de rotación y todos los dedos por rotación del árbol motorizado en un sentido de rotación opuesto al primer sentido de rotación. Las **figuras 4a y 4b** ilustran el principio según la invención del desplazamiento de los dedos de la mano de la configuración "mano abierta" respectivamente hacia la configuración "mano cerrada" y la configuración "índice extendido". En las dos figuras están representados tres dedos de la mano, el índice 12, el corazón 13 y el anular 14.

5 La palma y el pulgar no están representados. En la parte izquierda de las dos figuras, los tres dedos están en su posición de reposo, retenida por efecto de muelle. En la parte derecha de la figura 4a, los tres dedos están en su posición comprimida (configuración "mano cerrada"). En la parte derecha de la figura 4b, el corazón 13 y el anular 14 están en su posición comprimida, el índice 12 está retenido en posición de reposo (configuración "índice extendido").

10 La mano comprende un árbol motorizado 20 conectado a cada uno de los dedos 12, 13 y 14 por una pieza de conexión 22, 23 y 24, en este documento constituido por un cable flexible conectado, por una parte, al dedo y, por otra parte, al árbol motorizado 20. El árbol motorizado 20 puede estar implantado en la palma 15 de la mano o también en el antebrazo del robot o incluso en el torso del robot adaptando la longitud de las piezas de conexión. En la configuración inicial representada en la parte izquierda, los cables de conexión están extendidos por la fuerza de retorno ejercida por los muelles de los dedos. Partiendo de esta configuración inicial, el árbol motorizado 20 puede estar arrastrado en dos sentidos de rotación alrededor de un eje principal referenciado como X. La rotación del árbol arrastra el cable que llega a arrollarse alrededor del árbol ejerciendo una fuerza de tracción que contrarresta el efecto de muelle. El dedo se repliega, desplazándose de su posición de reposo hacia su posición comprimida. De manera ventajosa, el árbol puede presentar un primer perfil radial sobre el que el cable llega a arrollarse durante una rotación según un primer sentido de rotación y un segundo perfil radial sobre el que el cable llega a arrollarse durante una rotación según un sentido de rotación opuesto. Asimismo, el árbol puede presentar varios primeros y segundos perfiles habilitados sucesivamente a lo largo del eje principal X; estando asociado a cada dedo un primer y un segundo perfiles radiales, sobre los que el cable de cada uno de los dedos puede llegar a arrollarse. La definición de los primer y segundo perfiles radiales permite definir con una gran flexibilidad de diseño, los dos movimientos de la mano pilotables por un mismo accionador rotativo.

25 La **figura 5** representa el árbol motorizado y las piezas de conexión implementados en el ejemplo de mano. En la parte izquierda de la figura están representados en vista en despiece el árbol motorizado 20, formado por una parte superior 20a y por una parte inferior 20b y la pieza de conexión 22 del dedo 12 que comprende un cable flexible 122a y un engaste 122b. La pieza de conexión 22 está conectada, por una parte, al dedo 12 y, por otra parte, al árbol 20, por medio del engaste 122b alojado en una cavidad 202 del árbol 20.

30 En la parte central de la figura están representados en vista de lado el árbol 20 y las piezas de conexión 22 y 24 de los dedos 12 y 14. En la parte derecha de la figura están representados estos mismos componentes por medio de dos vistas en cortes, A-A y B-B. Como se representa en estas figuras, el cable 122a atraviesa el árbol radialmente por un conducto 202a que conecta la cavidad 202 y un extremo del primer perfil radial 32a y un extremo del segundo perfil radial 32b. De este modo, según el sentido de rotación del árbol, el cable 22 del índice 12 puede llegar a arrollarse sobre uno de los dos perfiles radiales 32a o 32b representados en la vista en corte A-A. Asimismo, los cables 23 y 24 del corazón 13 y del meñique 14 llegan a arrollarse sobre uno de los dos perfiles radiales 34a o 34b representados en la vista en corte A-A.

Señalemos que para cada dedo, el primer y el segundo perfil radiales se extienden sobre una primera y una segunda porción de la circunferencia. Los primer y segundo perfiles radiales tienen un extremo en común, que corresponde a un extremo del conducto de paso atravesado por el cable. El primer y el segundo perfil radiales pueden ser sustancialmente circulares y sobre una porción de circunferencia cercana a un semicírculo, como es este el caso para los perfiles radiales 34a y 34b asociados a los dedos 13 y 14. Los diámetros de los primer y segundo perfiles radiales determinan, entonces, el trayecto del cable y la amplitud del desplazamiento del dedo. Esta elección no es limitativa de la invención. Pueden considerarse unos perfiles radiales no circulares, que permiten adaptar la velocidad de desplazamiento del dedo durante una rotación del árbol. Asimismo, el árbol puede estar pilotado de manera que recorra toda la longitud del perfil radial o sencillamente una parte de esta.

Es posible, igualmente, configurar el árbol motorizado de manera que se retenga un dedo en posición de reposo durante una rotación del árbol motorizado. Este es, en particular, el caso ilustrado por la figura 4b para el índice 12 que permanece en posición de reposo a pesar de la rotación del árbol según el primer sentido de rotación. Para ello, el engaste 122b de la pieza de conexión 22 es de forma que presenta un eje posible de rotación, por ejemplo, sustancialmente cilíndrico o esférico y montado libre en rotación en la cavidad 202 alrededor de un eje coincidente con el eje de rotación principal del árbol. Además, el conducto atraviesa el árbol radialmente sobre toda la porción de circunferencia del primer perfil radial. Configurado de este modo, el cable 122a puede atravesar el árbol radialmente sobre toda la porción de circunferencia del primer perfil radial. La rotación del árbol según el primer sentido de rotación arrastra una rotación del engaste 122b con respecto a su cavidad de alojamiento 202, permaneciendo el cable 122a extendido por efecto de muelle. El dedo permanece retenido en posición de reposo durante la rotación del árbol en el primer sentido de rotación. Por el contrario, la rotación del árbol en el sentido opuesto llega a arrollar el cable contra el segundo perfil radial 32b, arrastrando el desplazamiento del índice.

60 Ventajosamente, la definición del primer y del segundo perfiles radiales ofrecen una gran flexibilidad de diseño para los dos movimientos de los dedos de la mano. Algunos dedos pueden estar conectados ventajosamente al árbol por un perfil radial común, de modo que los dedos están desplazados según un mismo perfil de velocidad y una misma

amplitud. En el ejemplo representado, este es el caso para el corazón 13 y el anular 14.

Las **figuras 6a y 6b** representan según dos vistas el árbol motorizado y las piezas de conexión entre el árbol y tres dedos de la mano del robot.

5 Para simplificar la fabricación del robot y reducir sus costes de producción, se considera por la presente invención una mano que implementa varios dedos estrictamente idénticos. En el ejemplo representado, el índice 12, el corazón 13 y el anular 14 son tres dedos con tres falanges idénticos y constituidos por los mismos componentes. Los tres dedos se distinguen solo por su implantación en la palma de la mano. Para reforzar el carácter humanoide de la mano, los tres dedos están conectados a la palma de la mano en tres puntos que forman sustancialmente un arco de círculo; estando el índice 12 y el anular 14 implantados detrás con respecto al corazón 13. Ventajosamente, el árbol está implantado en la palma de la mano de manera que el índice 12 y el anular 14 estén sustancialmente a una misma distancia del eje de rotación del árbol. De este modo, pueden implementarse para estos dos dedos dos piezas de conexión 22 y 24 estrictamente idénticas. Como se representa en la figura 5a, el engaste de las piezas de conexión 22 y 24 están alojados en dos cavidades 202 y 204 habilitados en el árbol sobre el eje principal del árbol. 10 También puede implementarse una pieza de conexión 23 idéntica para el corazón 13. Para ello, el engaste de la pieza de conexión 23 está alojado en una cavidad 203 habilitado en el árbol a una distancia referenciada como "d" del eje principal del árbol. De este modo, la distancia "d" corresponde al defase de implantación de los dedos en la palma, que forma, de este modo, el arco de círculo mencionado anteriormente. Aunque las cavidades de alojamiento de los medios de conexión 23 y 24 estén habilitadas en el árbol a dos distancias distintas del eje de rotación del árbol, el trayecto de los cables en el transcurso de una rotación es idéntico en la medida en que los perfiles radiales son idénticos. Los desplazamientos del corazón y del anular son, por lo tanto, idénticos. 20

Ventajosamente, los medios de conexión pueden ser estrictamente idénticos, en concreto, la longitud del cable de conexión; permitiendo su implantación distinta sobre el árbol motorizado una implantación a distancia distinta del árbol motorizado.

25 Señalemos, finalmente, que se considera, igualmente, conectar todos los dedos de la mano al árbol motorizado y, en particular, el pulgar por medio de una pieza de conexión 21 representada en la figura 5b.

30 Como se ha mencionado anteriormente, la implementación de una pieza de conexión que comprende un cable flexible que arrastra el desplazamiento del dedo por arrollamiento alrededor de una polea motorizada es solo un ejemplo particular. Se consideran, igualmente, otras formas de pieza de conexión, por ejemplo, una conexión rígida arrastrada por medio de una primera y de una segunda levas del árbol, por rotación del árbol en un primer sentido y en el sentido opuesto. Estos diferentes modos de realización sacan provecho ventajosamente de las dos capacidades motrices de un accionador rotativo para conferir dos movimientos posibles a los dedos de una mano subaccionada. Para ello, estos diferentes modos de realización tienen en común las características particulares expuestas en la reivindicación principal de más abajo.

## REIVINDICACIONES

1. Mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide, comprendiendo la mano (4) una palma (15) y varios dedos (11, 12, 13, 14), pudiendo cada uno de los dedos (11, 12, 13, 14) ser desplazado con respecto a la palma (15) entre una posición de reposo retenida por efecto de muelle y una posición comprimida obtenida por arrastre de una pieza de conexión (22, 23, 24) entre dicho dedo (11, 12, 13, 14) y la palma (15), contrarrestando el efecto de muelle, comprendiendo la mano, además, un árbol motorizado (20), conectado a la pieza de conexión (22, 23, 24) de cada uno de los dedos (11, 12, 13, 14) y configurado de modo que desplace de la posición de reposo, donde los dedos (11, 12, 13, 14) representan con la palma (15) una mano abierta, hacia la posición comprimida al menos un primer dedo (12) por rotación del árbol motorizado (20) en un primer sentido de rotación y todos los dedos (11, 12, 13, 14) por rotación del árbol motorizado (20) en un sentido de rotación opuesto al primer sentido de rotación, de manera que represente con la palma (15) una mano cerrada, comprendiendo el árbol (20), además, un primer y un segundo perfiles radiales (34a, 34b), respectivamente sobre una primera y una segunda porciones de su circunferencia, configurados para arrastrar la pieza de conexión (24) de un dedo (14), durante una rotación del árbol (20) respectivamente en el primer sentido y el sentido opuesto de rotación, estando la mano **caracterizada porque** dos de los dedos (11, 12) están implantados en la palma (15) de manera que se parezcan respectivamente a un pulgar (11) y a un índice (12), estando el índice (12) o el pulgar (11) retenidos en la posición de reposo durante una rotación del árbol en un primer sentido.
2. Mano según la reivindicación 1, cuyo uno de los dedos (12) está desplazado por rotación del árbol (20) únicamente en uno de los dos sentidos de rotación.
3. Mano según una de las reivindicaciones 1 o 2, cuya pieza de conexión (22) de uno de los dedos (12) comprende un cable (122a) conectado, por una parte, al dedo (12) y, por otra parte, al árbol (20) por medio de un engaste (122b) alojado en una cavidad (202) del árbol (20); atravesando el cable (122a) radialmente el árbol (20) por un conducto (202a) que conecta la cavidad (202) y un extremo de uno de los perfiles radiales (32b), de modo que la rotación del árbol (20) en un sentido de rotación llega a arrollar el cable (122a) sobre dicho perfil radial (32b), arrastrando el desplazamiento del dedo (12) por tracción del cable (122b).
4. Mano según la reivindicación 3, cuyo perfil radial (32b) es sustancialmente circular sobre una porción de circunferencia cercana a un semicírculo centrado sobre el eje (X) de rotación del árbol (20) y sobre el que el cable (122a) de un dedo (12) puede llegar a arrollarse; determinando el diámetro del perfil radial el trayecto del cable (122a) y la amplitud del desplazamiento del dedo (12) entre la posición de reposo y la posición comprimida.
5. Mano según una de las reivindicaciones 3 o 4, cuya pieza de conexión (22) de uno de los dedos (12) comprende un engaste (122b) montado libre en rotación en la cavidad (202) centrada sobre el eje (X) de rotación del árbol (20); estando el conducto (202a) configurado para que permita que el cable (122a) atraviese el árbol (20) radialmente a todo lo largo de un perfil radial (32a), de modo que el dedo (12) está retenido en la posición de reposo durante una rotación del árbol (20).
6. Mano según una de las reivindicaciones 3 a 5, cuyo árbol (20) presenta varios primer y segundo perfiles radiales (32a, 32b, 34a, 34b) dispuestos sucesivamente según el eje (X) de rotación del árbol (20), para el desplazamiento simultáneo de varios dedos (12, 14).
7. Mano según una de las reivindicaciones 3 a 6, que comprende dos dedos idénticos (13, 14) conectados al árbol por dos cables de longitudes idénticas y dos engastes idénticos; comprendiendo el árbol (20) dos cavidades de alojamiento (203, 204) habilitadas en el árbol (20) a dos distancias distintas (d) del eje (X) de rotación del árbol (20), que permiten implantar los dos dedos (13, 14) en la palma (15) de la mano (4) a dos distancias distintas del eje (X) de rotación del árbol (20).
8. Mano según una de las reivindicaciones 1 o 2, cuya pieza de conexión de uno de los dedos es rígida y cuyo árbol comprende una primera y una segunda levas; estando la pieza de conexión rígida desplazada respectivamente por medio de la primera y segunda levas por rotación del árbol respectivamente en el primer sentido y en el sentido opuesto.
9. Robot de carácter humanoide equipado con una mano (4) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

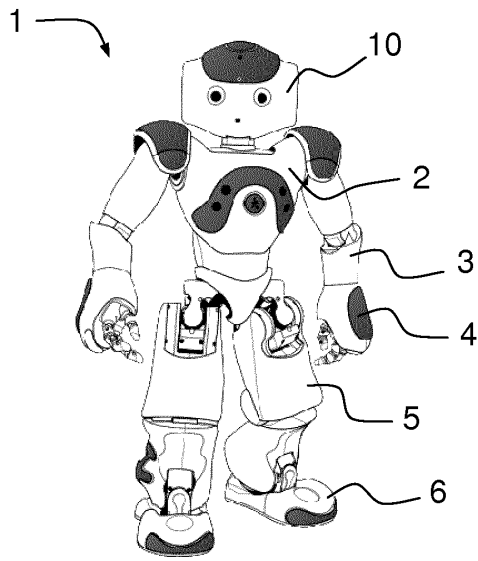


FIG.1a

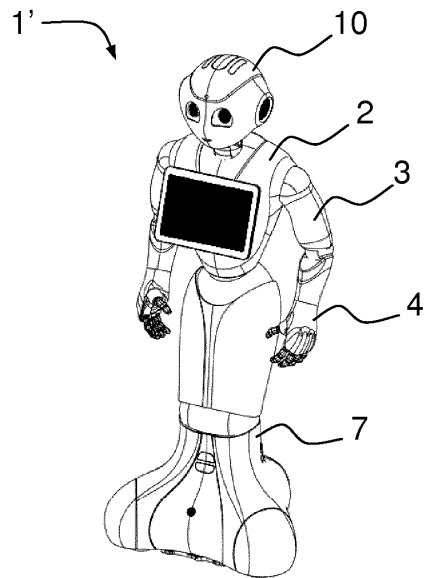


FIG.1b



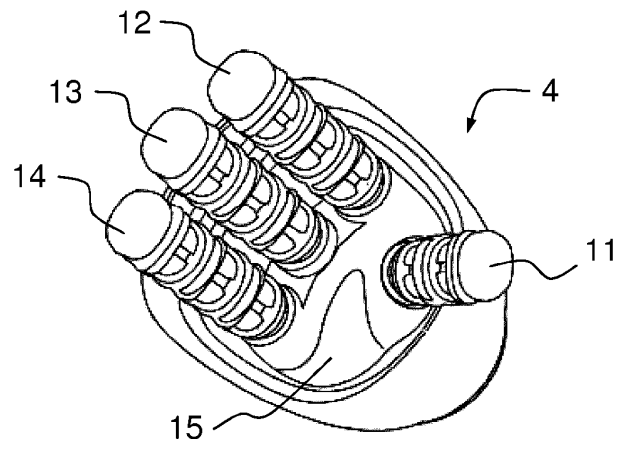


FIG. 2a

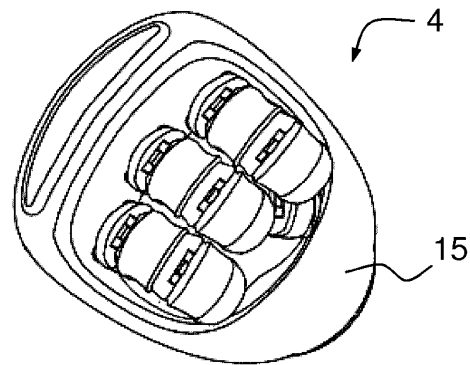


FIG. 2b

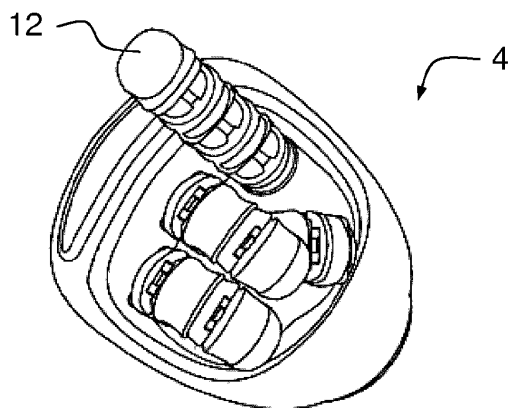


FIG. 2c

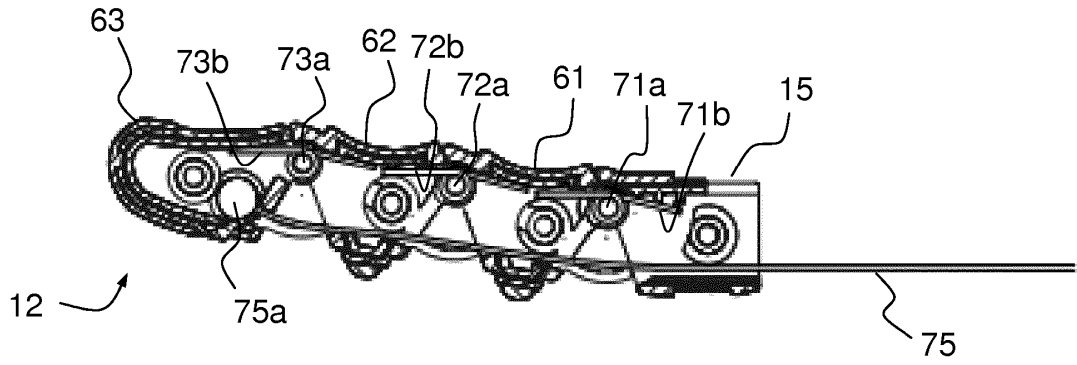


FIG. 3a

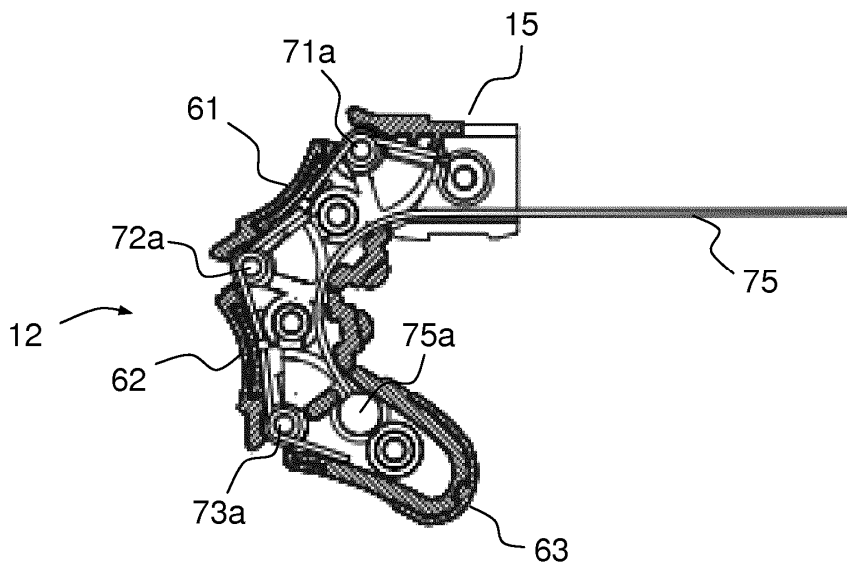


FIG. 3b

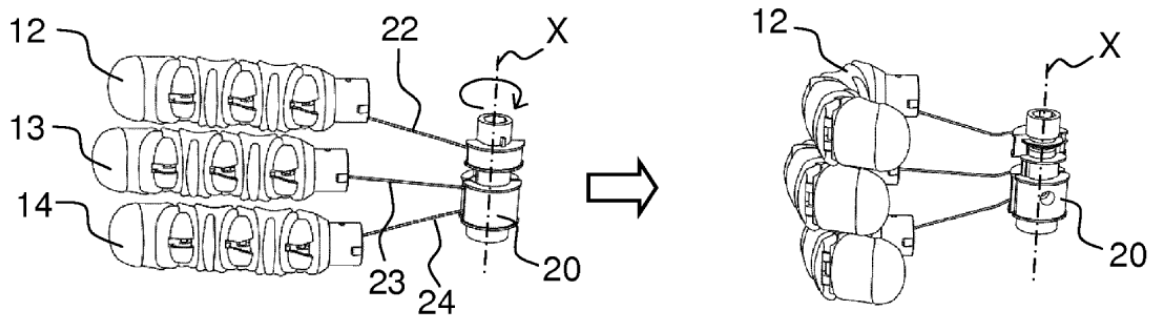


FIG.4a

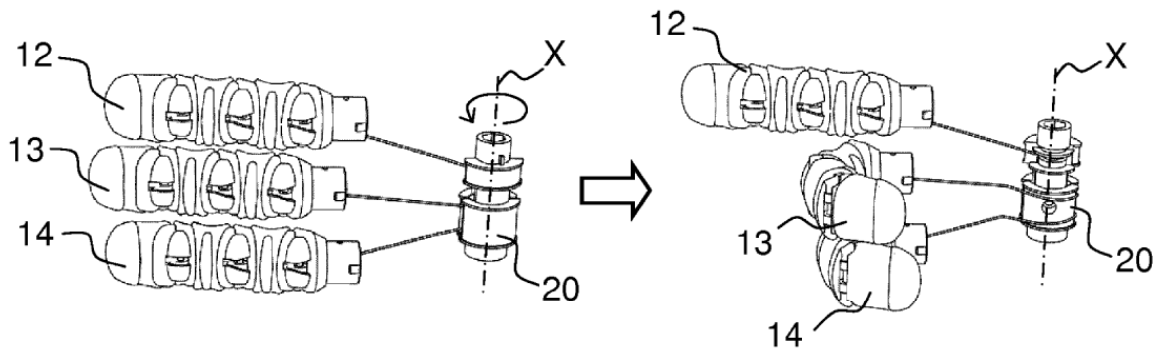


FIG.4b

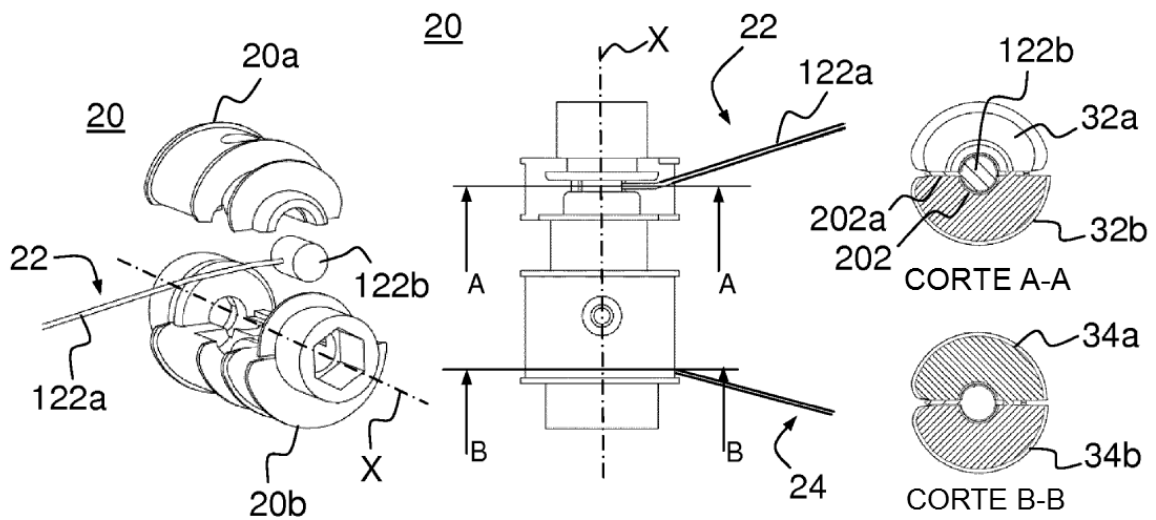


FIG.5

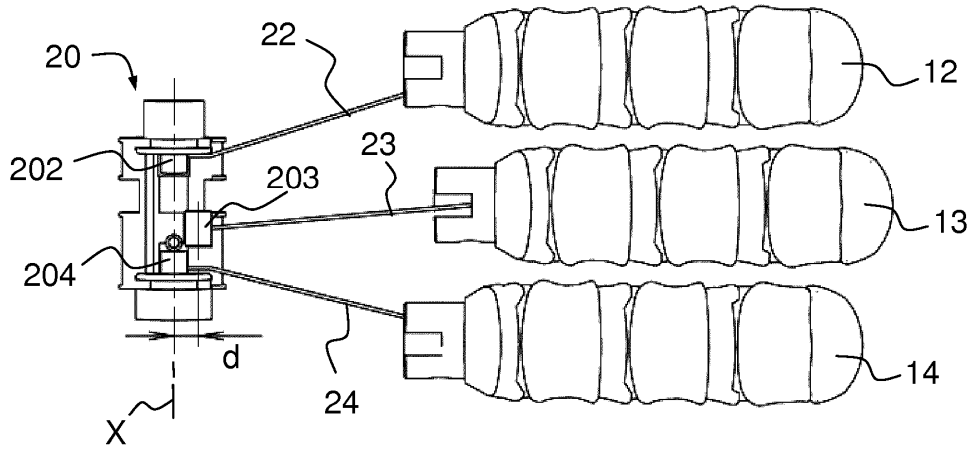


FIG. 6a

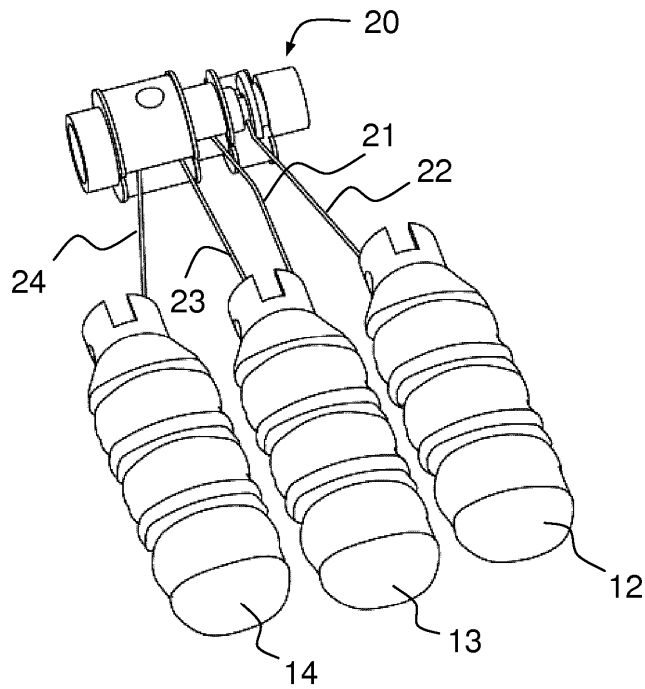


FIG. 6b