

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 961**

51 Int. Cl.:

B25J 15/00 (2006.01)

B25J 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2015 PCT/EP2015/051235**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15110521**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2015 E 15701009 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 3105018**

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

30 Prioridad:

22.01.2014 FR 1450531

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

15.10.2018

73 Titular/es:

SOFTBANK ROBOTICS EUROPE (100.0%)

43, rue du Colonel Pierre Avia

75015 Paris, FR

72 Inventor/es:

LAVILLE, JÉRÉMY;

CLERC, VINCENT y

MAISONNIER, BRUNO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 685 961 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.

5 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, en concreto, el agarre de objetos de formas diversas. Se han realizado numerosos intentos en unos robots de carácter humanoide, con el fin de acercarse de la mejor manera a las funcionalidades humanas. La función de agarre es una de las funciones más difíciles de realizar por un sistema robotizado, necesita un gran número de accionadores independientes para asegurar el agarre de objetos diversos. Esto aumenta la complejidad del robot tanto al nivel del número de accionadores independientes a prever como al nivel del pilotaje de estos diferentes accionadores que se deben controlar de forma coordinada.

Los documentos WO 2010/018358 A2, CN 203 236 487 U, JP 2003 145474 A y US 2004/054424 A1 describen unas manos robotizadas en las que varios dedos están accionados por un mismo accionador.

15 La invención se centra en proponer una mano de un robot de carácter humanoide que posee varios dedos y que permite adaptarse fácilmente a la forma de diversos objetos reduciendo el número de accionadores independientes para cada uno de los dedos de la mano.

20 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 motorizados con respecto a la palma, un accionador común a varios dedos y un distribuidor que permite repartir un esfuerzo ejercido por el accionador hacia los dedos. Además, la invención se caracteriza porque se define en un plano denominado plano frontal perpendicular a una dirección en la que está orientado el esfuerzo ejercido por el accionador, la proyección del punto de aplicación sobre el distribuidor del esfuerzo ejercido por el accionador y las proyecciones de los puntos de aplicación sobre el distribuidor de los esfuerzos ejercidos por los dedos. Se define en el plano frontal una dirección denominada dirección vertical perpendicular a la intersección del plano frontal y de un plano denominado plano horizontal que contiene una dirección en la que está orientado el esfuerzo ejercido por el accionador y en el que se extiende principalmente la palma de la mano. Según la dirección vertical, la proyección del punto de aplicación sobre el distribuidor del esfuerzo ejercido por el accionador está dispuesta sustancialmente en el baricentro de las proyecciones de los puntos de aplicación sobre el distribuidor de los esfuerzos ejercidos por los dedos, no siendo todas coincidentes las proyecciones de los puntos de aplicación sobre el distribuidor de los esfuerzos ejercidos por los dedos.

25 El término distribuidor se usa a menudo en el campo aeronáutico. Por analogía, se entiende por distribuidor cualquier pieza mecánica que permite repartir unos esfuerzos. El reparto se hace en función de la disposición geométrica de los puntos de apoyos de cada uno de los esfuerzos sobre la pieza mecánica. El reparto conserva un estado de equilibrio de la pieza mecánica. Cuando los esfuerzos aplicados a la pieza mecánica evolucionan lentamente, es posible determinar los diferentes esfuerzos a partir de ecuaciones de equilibrio estático. En la invención, el distribuidor permite repartir el esfuerzo de un accionador único hacia varios dedos. La presencia de un distribuidor permite mejorar la acomodación de la mano con respecto a la forma de los objetos que es susceptible de encontrar. Se entiende por acomodación de la mano, su capacidad para ajustarse a las solicitaciones y a las fuerzas que se ejercen sobre ella.

30 La implementación de un distribuidor permite que la mano se cierre reproduciendo un movimiento fluido y natural cercano al de un humano. El hecho de asociar un solo accionador a un distribuidor permite sincronizar perfectamente el movimiento de los diferentes dedos conectados al distribuidor.

35 La invención tiene como objeto, igualmente, un robot de carácter humanoide que comprende una mano según la invención.

40 Se entiende por robot de carácter humanoide, un robot que presenta unas similitudes con el cuerpo humano. Puede tratarse de la parte de arriba del cuerpo o únicamente de un brazo articulado que se termina en una pinza asimilable a una mano humana. En la presente invención, el funcionamiento de la mano del robot es similar al de una mano humana. Una mano conforme a la invención permite tomar unos objetos gracias a los movimientos de sus dedos y a los esfuerzos que pueden ejercer sobre un objeto.

45 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas surgirán con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización dado a título de ejemplo, descripción ilustrada por el dibujo adjunto en el que:

50 la figura 1 representa en perspectiva una mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide; las figuras 2a, 2b y 2c representan un distribuidor de la mano en diferentes vistas en planta; las figuras 3a, 3b y 3c representan la mano que toma un objeto; la figura 4 representa la mano que toma otro objeto;

las figuras 5, 6 y 7 representan en perspectiva varias variantes de la mano;
la figura 8 representa la mano abierta vista del lado de la palma;
la figura 9 representa un robot de carácter humanoide que implementa la mano de la invención.

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

5 La figura 1 representa una mano 10 destinada a equipar un robot de carácter humanoide. La mano 10 comprende una palma 11 y cinco dedos 13 a 17. Los dedos están articulados a la palma 11 de forma que se permita el agarre de objetos entre los dedos 13 a 17. A imagen de una mano humana, el dedo 13 es un pulgar. Un objeto tomado por la mano está retenido entre el pulgar 13 y los otros dedos 14 a 17. La invención no está limitada a una mano que posee cinco dedos. Es posible reducir el número de dedos para simplificar el diseño de la mano o incluso aumentar el número de dedos para permitir el agarre de objetos particulares.

De forma más general, una mano de la invención puede estar formada por una pinza que permite tomar un objeto. La pinza comprende al menos dos dedos articulados que permiten varios puntos de contacto con el objeto tomado. Frente a estos dedos articulados, es posible disponer un dedo fijo o incluso directamente la palma de la mano.

15 Según la invención, la mano 10 comprende un accionador común a varios dedos y un distribuidor que permite repartir un esfuerzo ejercido por el accionador hacia los dedos. En el ejemplo representado en la figura 1, la mano 10 comprende dos accionadores 101 y 102, así como dos distribuidores 103 y 104. El accionador 101 está conectado al distribuidor 103 por medio de un tirante 105 y el accionador 102 está conectado al distribuidor 104 por medio de un tirante 106. El distribuidor 103 puede ejercer un esfuerzo sobre los cuatro dedos 14 a 17 respectivamente por medio de tirantes 107, 108, 109 y 110. Asimismo, el distribuidor 104 puede ejercer un esfuerzo sobre los cuatro dedos 14 a 17 respectivamente por medio de tirantes 117, 118, 119 y 120.

Los accionadores 101 y 102 pueden ser unos accionadores lineales tales como unos gatos. En el marco de la invención puede implementarse cualquier otro tipo de accionador, como, por ejemplo, unos accionadores rotativos o unos músculos artificiales.

25 En el ejemplo representado en la figura 1, los distribuidores 103 y 104 permiten repartir un esfuerzo hacia cuatro dedos que representan el índice 14, el corazón 15, el anular 16 y el meñique 17. Es posible, igualmente, incluir el pulgar 13 en el reparto. De forma más general el o los distribuidores 103 y 104 permiten repartir un esfuerzo ejercido por el o los accionadores 101 y 102 hacia el pulgar 13 y al menos otro dedo 14 a 17.

30 Los dos distribuidores 103 y 104 se extienden principalmente cada uno en un plano denominado plano horizontal que contiene una dirección en la que está orientado el esfuerzo ejercido por el accionador asociado y en el que se extiende principalmente la palma de la mano 10.

35 Un dedo puede estar accionado por dos tirantes, por ejemplo, los tirantes 107 y 117 para el índice 14, uno para extender el dedo 14 y el otro para replegarlo. Los dos tirantes 107 y 117 actúan, entonces, de manera coordinada. Los accionadores 101 y 102 actúan, igualmente, de manera coordinada. Se puede usar un accionador único que tira de uno de los tirantes 105 o 106 y empuja sobre el otro simultáneamente. La mano 10 comprende dos distribuidores 103 y 104 que permiten motorizar cada uno de los dedos 14, 15, 16 y 17. El distribuidor 103 permite extender los dedos que le están conectados y, por lo tanto, abrir la mano 10. El distribuidor 104 permite replegar los dedos que le están conectados y, por lo tanto, cerrar la mano 10.

40 Se define una referencia relacionada con la palma 11 de la mano 10. La palma se extiende principalmente en un plano 125 denominado plano horizontal. Cuando los dedos 14 a 17 están completamente desplegados o abiertos, se extienden en el plano 125. En la configuración representada en la figura 1, los distribuidores 103 y 104 se extienden principalmente en el plano horizontal 125. Los tirantes 105 y 106 se extienden, igualmente, en el plano horizontal 125. En consecuencia, las direcciones en las que los esfuerzos se ejercen por los accionadores 101 y 102 están contenidas en el plano 125.

45 Se define un plano frontal 126 perpendicular al plano horizontal 125 y a las direcciones en las que están orientados los esfuerzos ejercidos por los accionadores 101 y 102.

Se define, finalmente, un tercer plano 127 denominado plano vertical perpendicular a los planos 125 y 126. Cuando los dedos 14 a 17 se cierran o se extienden, las falanges se desplazan sustancialmente en un plano vertical.

La figura 2a representa uno de los distribuidores, por ejemplo, el distribuidor 103 en proyección en un plano frontal.

50 La figura 2b representa el mismo distribuidor 103 en proyección en un plano horizontal y la figura 2c representa el distribuidor 103 en un plano vertical.

El distribuidor 103 se extiende principalmente en un plano horizontal. No obstante, puede presentar una cierta curva con respecto a este plano. Esta curva está bien visible en la figura 2a. En esta figura aparecen las proyecciones, en el plano frontal, de los puntos de aplicación de los diferentes esfuerzos sobre el distribuidor 103. De manera más precisa, los tirantes 105, 107, 108, 109 y 110 pueden ser unos cables cuyos extremos presentan unas

- protuberancias, respectivamente 135, 137, 138, 139 y 140 engastadas o moldeadas sobre un extremo del cable. Las protuberancias de cada uno de los cables están retenidas en unas gargantas realizadas en el distribuidor 103. Los puntos de aplicación de los esfuerzos son los puntos de contacto de las protuberancias con el distribuidor 103. El esfuerzo ejercido por el accionador 101 sobre el distribuidor 103 está referenciado como F5. Los esfuerzos ejercidos por los dedos 14, 15, 16 y 17 están referenciados respectivamente como F1, F2, F3 y F4. El punto de aplicación del esfuerzo ejercido por el accionador 101 por medio del tirante 105 lleva la referencia 145. El punto de aplicación del esfuerzo ejercido por el tirante 107 lleva la referencia 147. El punto de aplicación del esfuerzo ejercido por el tirante 108 lleva la referencia 148. El punto de aplicación del esfuerzo ejercido por el tirante 109 lleva la referencia 149 y el punto de aplicación del esfuerzo ejercido por el tirante 110 lleva la referencia 150.
- En el plano frontal 126, se define una dirección vertical 142 perpendicular a la intersección del plano frontal 126 y del plano horizontal 125. La proyección del punto de aplicación 145 del esfuerzo ejercido por el accionador 101 está ventajosamente dispuesta sustancialmente en el baricentro de las proyecciones de los puntos de aplicación 137 a 140 de los esfuerzos ejercidos por los dedos 14 a 17.
- De manera más precisa, sobre la dirección vertical 142, se define como origen la abscisa de la proyección del punto de aplicación 145. La suma de las abscisas de las proyecciones de los puntos de aplicación 147 a 150 es nula. Las proyecciones sobre la dirección vertical 142 de los puntos de aplicación 147 a 150 sobre el distribuidor 103 de los esfuerzos F1 a F4 ejercidos por los dedos 14 a 17 no son todas coincidentes.
- Esta posición relativa de los diferentes puntos de aplicación de los esfuerzos F1 a F5 sobre el distribuidor 103 permite conservar una posición estable del distribuidor 103 en la palma 11 de la mano 10. De hecho, los esfuerzos F1 a F4 ejercidos por los dedos sobre el distribuidor 103 pueden evolucionar en función de la forma de un objeto tomado por la mano 10. La posición relativa de los diferentes puntos de aplicación de los esfuerzos F1 a F5 sobre el distribuidor 103 definida de este modo permite retener el distribuidor 103 en una posición relativa con respecto al plano horizontal 125 sustancialmente constante. El distribuidor 103 puede desplazarse en traslación según una dirección sustancialmente que la lleva el plano horizontal 125.
- Por otra parte, se define una dirección frontal 152, visible en la figura 2b. La dirección 152 es paralela a la dirección en la que está orientado el esfuerzo F5 ejercido por el accionador 101. Según la dirección frontal 152, se considera la proyección del punto de aplicación 145 sobre el distribuidor 103 del esfuerzo F5 ejercido por el accionador 101 como origen y como sentido positivo el sentido en el que el accionador 101 tira del distribuidor 103. Las abscisas de las proyecciones de los puntos de aplicación 147 a 150 sobre el distribuidor 103 de los esfuerzos F1 a F4 ejercidos por los dedos 14 a 17 son todas negativas.
- Esta posición relativa de los diferentes puntos de aplicación de los esfuerzos F1 a F5 sobre el distribuidor 103 permite evitar cualquier apuntalamiento del distribuidor 103 en la palma 11 de la mano 10.
- Finalmente, se puede definir una tercera dirección 162 perpendicular a las direcciones 142 y 152. Según la dirección 162, la proyección del punto de aplicación 145 del esfuerzo ejercido por el accionador 101 está ventajosamente dispuesta sustancialmente en el medio de las proyecciones de los puntos de aplicación 148 y 149. Asimismo, siempre según la dirección 162, la proyección del punto de aplicación 145 está ventajosamente dispuesta sustancialmente en el medio de las proyecciones de los puntos de aplicación 147 y 150. Dicho de otra manera, según la dirección 162, se definen varias distancias que separan la proyección del punto de aplicación 145 de las otras proyecciones: L1 para la proyección del punto 148, L2 para la proyección del punto 149, L3 para la proyección del punto 147 y L4 para la proyección del punto 150. Ventajosamente, se tiene $L1 = L2$ y $L3 = L4$.
- El respeto de la posición del punto de aplicación 145 en el medio de los dedos de dos en dos permite repartir de forma equilibrada los esfuerzos del accionador 101 hacia los diferentes dedos 14 a 17. Dicho de otra manera, para una tracción dada realizada por el accionador 101, el esfuerzo ejercido sobre cada uno de los cuatro dedos 14 a 17 es igual al cuarto del esfuerzo ejercido por el accionador 101.
- Es posible generalizar esta disposición sea el que sea el número de dedos conectados al distribuidor 103. De manera más precisa, según la dirección 162, la proyección del punto de aplicación 145 del esfuerzo ejercido por el accionador 101 está situada en el baricentro de la proyección de los puntos de aplicación de los esfuerzos ejercidos por los dedos 14 a 17 conectados al distribuidor 103.
- Un reparto equilibrado de los esfuerzos sobre los diferentes dedos conectados al distribuidor permite adoptar un agarre de los objetos tomados cercano a un agarre humano sea la que sea su forma, incluso en presencia de un solo accionador 101.
- Las figuras 3a, 3b y 3c representan la mano 10 que toma un objeto 165 de forma rectangular, como, por ejemplo, un teléfono móvil. Los cinco dedos 13 a 17 están en contacto con el objeto 165. La forma del objeto 165 necesita un repliegue diferente para cada uno de los dedos 14 a 17 conectados a los distribuidores 103 y 104. De manera más precisa, el índice 14 está replegado escasamente y, al contrario, el meñique 17 está replegado fuertemente. En la figura 1, en ausencia de objeto tomado, los dedos 14 a 17 conectados a los distribuidores 103 y 104 están sustancialmente replegados de la misma forma. La presencia del objeto 165 modifica el repliegue de los dedos 14 a 17 conservando al mismo tiempo un esfuerzo sustancialmente constante ejercido por cada uno de los dedos 14 a 17

sobre el objeto 165.

Se ha operado una rotación entre los distribuidores 103 y 104 para adaptarse al objeto 165. Esta rotación está visible entre, por una parte, la figura 1, en ausencia de objeto tomado y, por otra parte, las figuras 3a a 3c en presencia del objeto 165. La presencia de uno o de dos distribuidores permite que la mano se adapte a la forma del objeto tomado.

5 La figura 4 representa la mano 10 que toma un objeto 166 de forma circular, como, por ejemplo, un vaso. El objeto 166 está sujeto únicamente por tres dedos de cinco. El objeto 166 está sujeto entre, por una parte, el pulgar 13 y, por otra parte, el índice 14 y el corazón 15. Gracias a los distribuidores 103 y 104, los otros dos dedos 16 y 17 se repliegan completamente hasta llegar a hacer tope, por ejemplo, contra la palma de la mano 10. La igualdad de los esfuerzos ejercidos por los dedos 14 a 17 no es perfecta en el caso de un objeto tal como el vaso 166. No obstante, los esfuerzos de los diferentes dedos 14 a 17 son más equilibrados que ausencia de distribuidor.

De forma general, la implementación de un distribuidor permite repartir el esfuerzo ejercido por el accionador asociado a este distribuidor sobre los diferentes dedos. De este modo, los diferentes dedos pueden ejercer un esfuerzo sustancialmente constante sobre un objeto tomado por la mano, incluso si la forma del objeto es variable.

15 Como alternativa, es posible alejarse del equilibrio obtenido posicionando el punto de aplicación 145 del accionador 101 en el baricentro de los puntos de aplicación 147 a 150 de los tirantes conectados a los dedos 14 a 17. Se puede, por ejemplo, desplazar el punto de aplicación 145 hacia el índice 14 y, de este modo, asignar más esfuerzos hacia el índice 14. El índice 14 tendrá tendencia a cerrarse por adelantado con respecto a los otros dedos. El índice 14 ejerce, entonces, un esfuerzo más importante que los otros dedos sobre el objeto tomado.

20 En extremo, es posible alinear el punto de aplicación 147 del índice de la mano 10 con el punto de aplicación 145 del accionador 101. Esto permite asegurar un agarre de un objeto únicamente entre el pulgar 13 y el índice 14.

25 La figura 5 representa una variante de la mano 10 en la que un accionador de doble efecto 170 actúa sobre los dos distribuidores 103 y 104. Los dos tirantes 105 y 106 representados en la variante de la figura 1 están sustituidos por un cable 171 que posee dos extremos fijados cada uno a uno de los distribuidores 103 y 104. De manera más precisa, un extremo del cable está formado por la protuberancia 135. El otro extremo del cable 171, no visible en la figura 5, es semejante y está fijado al distribuidor 104. El accionador 170 es común a los dos distribuidores 103 y 104. El accionador 170 es, por ejemplo, un accionador rotativo que arrastra en rotación una polea 172. El cable 171 se enrolla sobre la polea 172. La rotación de la polea 172 desplaza el cable 171 que tira de uno de los distribuidores 103 y 104 y empuja sobre el otro.

30 Cuando los dos distribuidores 103 y 104 están sustancialmente paralelos, el cable 171 está en contacto con la polea 172 sobre aproximadamente la mitad del diámetro de la polea 172. El arrollamiento del cable 171 sobre la polea 172 permite transmitir un par función de la longitud de cable 171 en contacto con la polea 172. El par transmitido es, igualmente, función del coeficiente de rozamiento del cable 171 con respecto a la polea 172 y, por lo tanto, de la naturaleza de los materiales en contacto elegidos para el cable 171 y para la polea 172. Es posible definir estos materiales para realizar un limitador de par y, por lo tanto, un limitador de esfuerzo sobre los dedos 14 a 17. Por ejemplo, si se aplica un esfuerzo exterior importante a los dedos 14 a 17, se puede permitir que el cable 171 se deslice con respecto a la polea 172, en concreto, para proteger el accionador 170.

35 Como alternativa, se puede desear evitar cualquier deslizamiento del cable 171 con respecto a la polea 172, en concreto, si el accionador 170 está provisto de un sensor de posición que permite determinar la posición de los dedos 14 a 17. Para evitar cualquier deslizamiento, se puede, por ejemplo, enrollar el cable 171 sobre más de una vuelta alrededor de la polea 171. Es posible, igualmente, fijar el cable 171 a la polea.

40 La figura 6 representa otra variante de la mano 10 que solo posee un solo distribuidor 103 accionado por un cable 175 y un accionador 176 de doble efecto. Cada dedo 14 a 17 comprende un elemento elástico, como, por ejemplo, un muelle que tiende a retener los dedos 14 a 17 en una posición extrema, ya sea replegada, ya sea en extensión. Por medio del distribuidor 103, el accionador 176 permite que cada uno de los dedos se aleje de su posición extrema. Por ejemplo, los dedos 14 a 17 retenidos en posición de extensión por un muelle están replegados por medio del accionador 176.

45 La figura 7 presenta una variante de la figura 6 en la que el muelle de retorno es común a todos los dedos 14 a 17. Se encuentran en esta variante los dos distribuidores 103 y 104. Como en la variante de la figura 6, el distribuidor 103 está conectado al accionador 176 por medio del cable 175. Además, el distribuidor 104 está conectado al cuerpo de la palma 11 por medio de un muelle 178. De este modo, cuando el accionador 176 tira del distribuidor 103, se aplica un esfuerzo de retorno común a los dedos 14 a 17 gracias al distribuidor 104. El esfuerzo de retorno está repartido sobre los dedos 14 a 17 por el distribuidor 104.

Otra configuración consiste en usar los dos distribuidores 103 y 104 para actuar cada uno sobre unas falanges diferentes de los dedos 14 a 17. Los dos accionadores 101 y 102 son, entonces, independientes.

55 En las variantes representadas en las figuras 5, 6 y 7, el accionador 170 o 176 ejerce un esfuerzo sobre el pulgar 13 independientemente del o de los distribuidores 103 y 104.

Para esto, en la variante de la figura 5, el accionador 170 arrastra en rotación una segunda polea 180 sobre la que se arrolla un cable 181 que permite transmitir un esfuerzo al pulgar 13. Como el cable 171, el cable 181 permite replegar y extender el pulgar 13. Se pueden prever dos poleas libres 182 sobre las que se apoya el cable 181 para modificar su dirección entre el accionador 170 y el pulgar 13. Los cables 171 y 181 asociados cada uno a una polea 172 y 180 están configurados para replegar el pulgar 13 y los otros dedos 14 a 17 durante una misma rotación del accionador 170. Una rotación inversa del accionador 170 permite extender el pulgar 13 y los otros dedos 14 a 17. De este modo, un solo accionador permite cerrar la mano 10 o abrirla sobre objeto tomado.

Esta configuración donde el pulgar 13 y los otros cuatro dedos 14 a 17 están controlados por el mismo accionador se puede trasladar a las otras variantes de las figuras 6 y 7. De este modo, en la variante de la figura 6, el pulgar 13 está accionado por un cable 185 conectado al accionador 176 independientemente del distribuidor 103. En la variante de la figura 7, se ejerce un esfuerzo de retorno sobre el pulgar 13 por medio de un muelle 188. Este esfuerzo de retorno se opone al esfuerzo ejercido por el cable 185.

Ventajosamente, la mano 10 comprende unos topes que limitan el desplazamiento del o de los distribuidores 103 y 104. Están formados, por ejemplo, unos topes 161 y 162 en la palma 10 al nivel de los dedos 14 y 17. Los distribuidores 103 y 104 toman apoyo contra uno o contra los dos topes 161 y 162 cuando los tirantes correspondientes están al final de trayecto. De manera más precisa, el distribuidor 104 llega a apoyarse contra el tope 161 cuando el índice 14 se extiende al máximo deseado. El apoyo del distribuidor 104 sobre el tope 161 evita un regreso del índice 14 más allá de su posición extendida. Este regreso sería semejante a una luxación de una de las articulaciones de las falanges en anatomía humana. Dicho de otra manera, el apoyo sobre el tope permite limitar el recorrido angular de las articulaciones del dedo considerado. El apoyo del distribuidor 104 contra el tope 162 permite, de la misma forma, limitar la extensión del meñique 17. Los dos topes 161 y 162 dispuestos al nivel de los dedos extremos 14 y 17 son suficientes para limitar la extensión de todos los dedos asociados al distribuidor 104. Asimismo, el distribuidor 103 puede llegar a apoyarse, igualmente, sobre los topes 161 y 162, con el fin de limitar el repliegue de los dedos 14 a 17.

la figura 8 representa la mano abierta vista del lado de la palma. Esta vista permite precisar la posición de los puntos de aplicaciones de los dedos conectados al distribuidor y la orientación de los dedos entre sí. De manera más precisa, con la ayuda de la figura 2b, se ha precisado que con respecto a la dirección frontal 152, las abscisas de las proyecciones de los puntos de aplicación 147 a 150 sobre el distribuidor 103 son todas negativas. El origen de las abscisas es la proyección del punto de aplicación 145 del esfuerzo aplicado por el accionador. Es posible acercarse mejor a la anatomía humana diferenciando las diferentes abscisas de las proyecciones de los puntos de aplicación 147 a 150 sobre la dirección frontal 152. De manera más precisa, en valor absoluto, la abscisa del punto de aplicación 150 del esfuerzo F4 ejercido por el meñique 17 es la menor. En valor absoluto, la abscisa del punto de aplicación 148 del esfuerzo F2 ejercido por el corazón 15 es la mayor. En valor absoluto, las abscisas de los puntos de aplicación 147 y 149 de los esfuerzos F1 y F3 ejercidos por el índice 14 y el anular 16 tienen unos valores intermedios comprendidos entre la abscisa de los puntos de aplicación 148 y 150.

Ventajosamente, los cuatro dedos 14 a 17 conectados al distribuidor son idénticos. Esto permite simplificar su fabricación estandarizando las piezas mecánicas que los componen. Aunque los dedos de la mano 10 sean idénticos, lo que no es el caso en una mano humana, el hecho de defasar los puntos de aplicación 147 a 150 y, por lo tanto, el enganche de los dedos sobre la palma 11 permite que la mano 10 se acerque a la anatomía humana en lo que se refiere a la disposición de los extremos de los dedos 14 a 17.

Por otra parte, es posible orientar de manera diferente en el plano frontal los cuatro dedos 14 a 17 de forma que, cuando los dedos se cierran, los extremos de cada uno de los dedos tienden a acercarse. De manera más precisa, con respecto a la dirección según la que se aplica el esfuerzo F5, las direcciones según las que se extienden los dedos conectados al distribuidor considerado, se abren angularmente tanto más en cuanto que el punto de aplicación del dedo considerado está alejado de la dirección según la que se aplica el esfuerzo F5. Por dirección según la que se extiende un dedo, se entiende una dirección principal del dedo cuando este está en extensión. En el ejemplo representado, el corazón y el anular se extienden según unas direcciones que forman cada una un ángulo de aproximadamente 6° con la dirección según la que se aplica el esfuerzo F5. El anular 16 y el meñique 17 se extienden según unas direcciones que forman entre sí un ángulo de aproximadamente 12° . Asimismo, el índice 14 y el corazón 15 se extienden según unas direcciones que forman entre sí un ángulo de aproximadamente 12° . Cerrándose los extremos de los dedos se acercan, lo que facilita el agarre entre los cuatro dedos 14 a 17 y el pulgar 13. Queda bien entendido que estos valores angulares se dan solo a título de ejemplo. Por supuesto, son posibles otros valores.

La figura 8 representa un robot de carácter humanoide 200 que posee dos manos 10.

REIVINDICACIONES

1. Mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide, comprendiendo la mano (10) una palma (11) y varios dedos (13, 14, 15, 16, 17) motorizados con respecto a la palma (11), un accionador (101, 102; 170; 176) común a varios dedos (13, 14, 15, 16, 17) y un distribuidor (103, 104) que permite repartir un esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101, 102) hacia los dedos (14, 15, 16, 17),
- 5 **caracterizada porque** se define en un plano denominado plano frontal (126) perpendicular a una dirección en la que está orientado el esfuerzo ejercido por el accionador (101, 102), la proyección del punto de aplicación (145) sobre el distribuidor (103) del esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y las proyecciones de los puntos de aplicación (147, 148, 149, 150) sobre el distribuidor (103) de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17), **porque** se define en el plano frontal (126) una dirección denominada dirección vertical (142) perpendicular a la intersección del plano frontal (126) y de un plano denominado plano horizontal (125) que contiene una dirección en la que está orientado el esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y en el que se extiende principalmente la palma (11) de la mano (10) y **porque** según la dirección vertical (142), la proyección del punto de aplicación (145) sobre el distribuidor (103) del esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) está dispuesta sustancialmente en el baricentro de las proyecciones de los puntos de aplicación (147, 148, 149, 150) sobre el distribuidor (103) de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17), no siendo todas coincidentes las proyecciones de los puntos de aplicación (147, 148, 149, 150) sobre el distribuidor (103) de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17).
- 10
2. Mano según la reivindicación 1, **caracterizada porque** se define en un plano denominado plano horizontal (125) que contiene una dirección en la que está orientado el esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y en el que se extiende principalmente la palma (11) de la mano (10), la proyección del punto de aplicación (145) sobre el distribuidor (103) del esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y las proyecciones de los puntos de aplicación (147, 148, 149, 150) sobre el distribuidor (103) de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17), **porque** se define una dirección denominada dirección frontal (152) paralela a la dirección en la que está orientado el esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y **porque** según la dirección frontal (152), considerando la proyección del punto de aplicación (145) sobre el distribuidor (103) del esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) como origen y como sentido positivo el sentido en el que el accionador (101) tira del distribuidor (103), las abscisas de las proyecciones de los puntos de aplicación (147, 148, 149, 150) sobre el distribuidor (103) de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17) son todas negativas.
- 15
- 20
3. Mano según la reivindicación 2, **caracterizada porque** comprende cuatro dedos (14, 15, 16, 17) conectados al distribuidor (103, 104), cuyo un primer dedo forma un índice (14), uno segundo forma un corazón (15) uno tercero forma un anular (16) y uno cuarto forma un meñique (17), **porque**, con respecto a la dirección frontal (152) y en valor absoluto, la abscisa del punto de aplicación (150) del esfuerzo (F4) ejercido por el meñique (17) es la menor, la abscisa del punto de aplicación (148) del esfuerzo (F2) ejercido por el corazón (15) es la mayor y, las abscisas de los puntos de aplicación (147, 149) de los esfuerzos (F1, F3) ejercido por el índice (14) y el anular (16) tienen unos valores intermedios.
- 25
- 30
- 35
4. Mano según la reivindicación 3, **caracterizada porque** los cuatro dedos (14, 15, 16, 17) conectados al distribuidor (103, 104) son idénticos.
- 40
5. Mano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** se define en un plano denominado plano horizontal (125) que contiene una dirección en la que está orientado el esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y en el que se extiende principalmente la palma (11) de la mano (10), la proyección del punto de aplicación (145) sobre el distribuidor (103) del esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y las proyecciones de los puntos de aplicación (147, 148, 149, 150) sobre el distribuidor (103) de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17), **porque** según la dirección (162) del plano horizontal (125) perpendicular a la dirección en la que está orientado el esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101), la proyección del punto de aplicación (145) del esfuerzo ejercido por el accionador (101) está situada en el baricentro de la proyección de los puntos de aplicación de los esfuerzos (F1, F2, F3, F4) ejercidos por los dedos (14, 15, 16, 17) conectados al distribuidor (103).
- 45
6. Mano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el distribuidor (103, 104) se extiende principalmente en un plano denominado plano horizontal (125) que contiene una dirección en la que está orientado el esfuerzo (F5) ejercido por el accionador (101) y en el que se extiende principalmente la palma (11) de la mano (10).
- 50
7. Mano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el accionador es un accionador de doble efecto (176) y **porque** comprende un solo distribuidor (103) conectado al accionador de doble efecto (176).
- 55
8. Mano según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** comprende dos distribuidores (103, 104) que permiten motorizar cada uno de los dedos (14, 15, 16, 17) en doble efecto.
9. Mano según la reivindicación 8, **caracterizada porque** comprende un accionador de doble efecto (170) común a los dos distribuidores (103, 104).
10. Mano según la reivindicación 9, **caracterizada porque** el accionador común (170) a los dos distribuidores (103,

104) actúa sobre los dos distribuidores (103, 104) por medio de un cable (171) que se arrolla sobre una polea (172) arrastrada en rotación por el accionador común (170) a los dos distribuidores (103, 104).

11. Mano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende unos topes (161, 162) que limitan el desplazamiento del distribuidor (103, 104).

5 12. Mano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende un pulgar (13) y **porque** el accionador (170; 176) ejerce un esfuerzo sobre el pulgar (13) independientemente del distribuidor (103, 104).

13. Robot de carácter humanoide **caracterizado porque** comprende una mano (10) según una de las reivindicaciones anteriores.

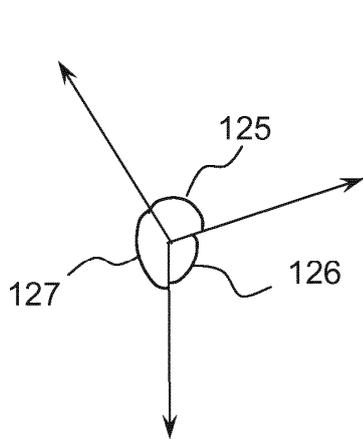
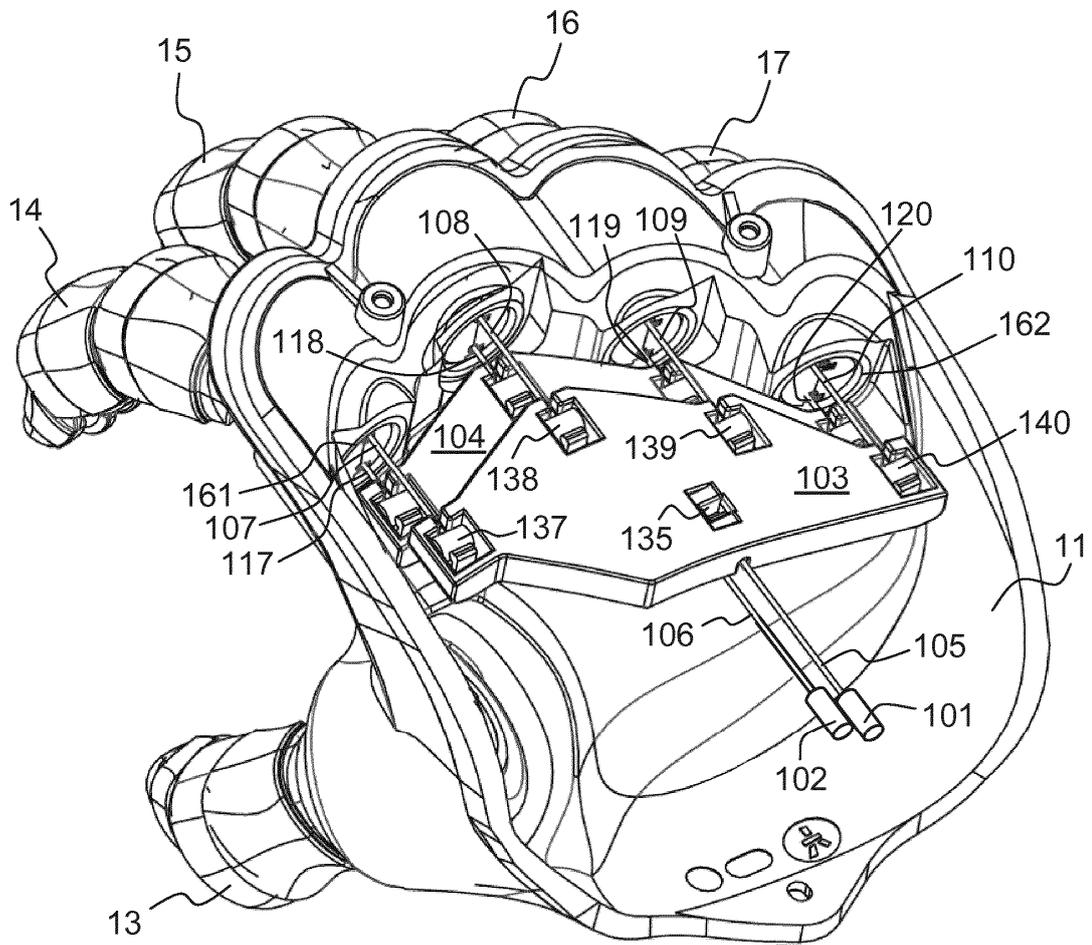


FIG. 1

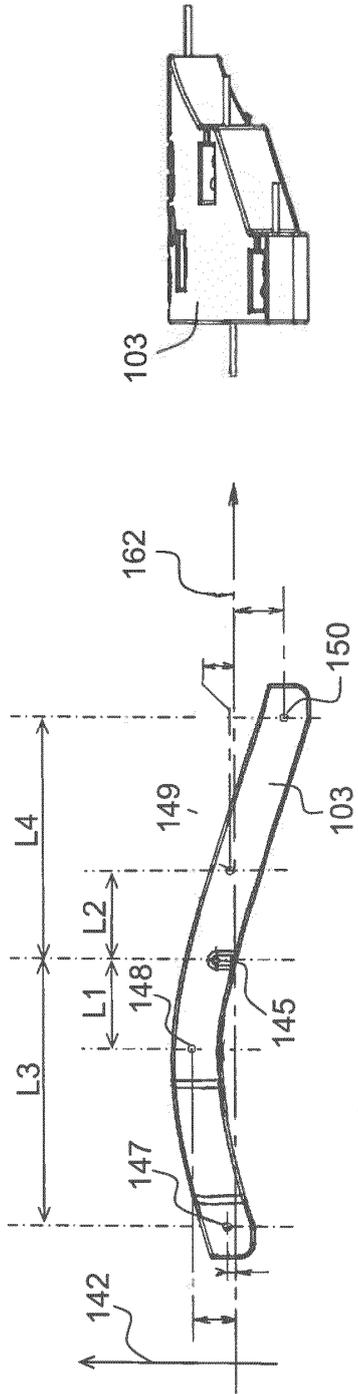


FIG. 2a

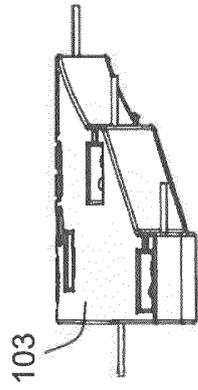


FIG. 2c

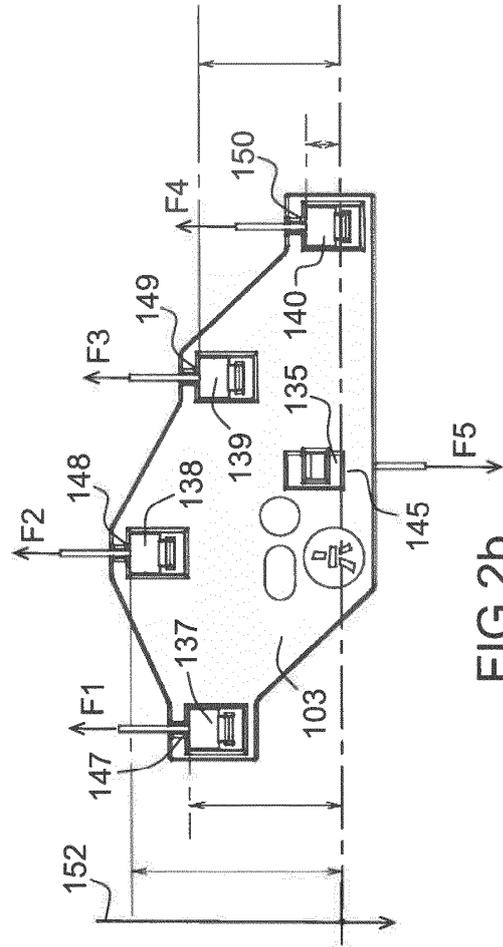


FIG. 2b

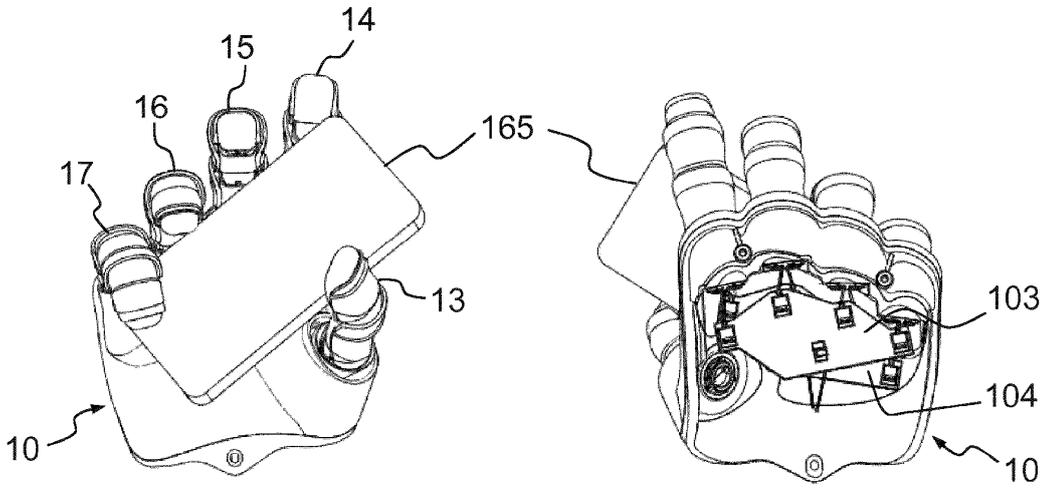


FIG.3a

FIG.3b

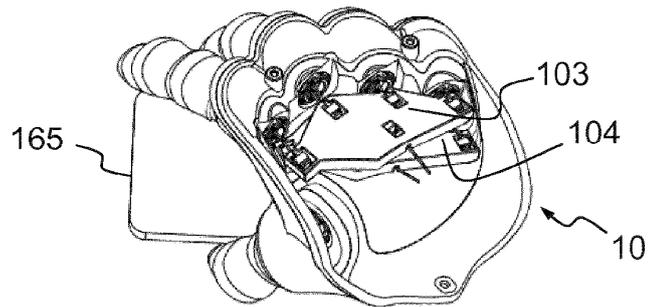


FIG.3c

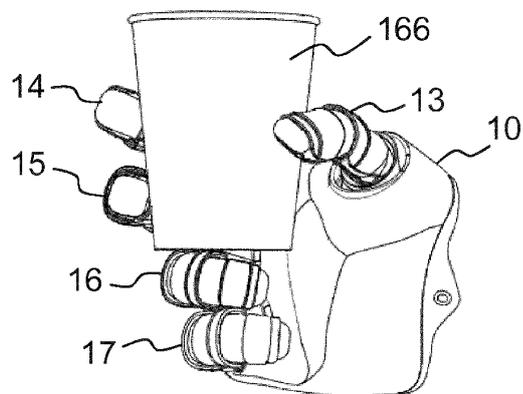


FIG.4

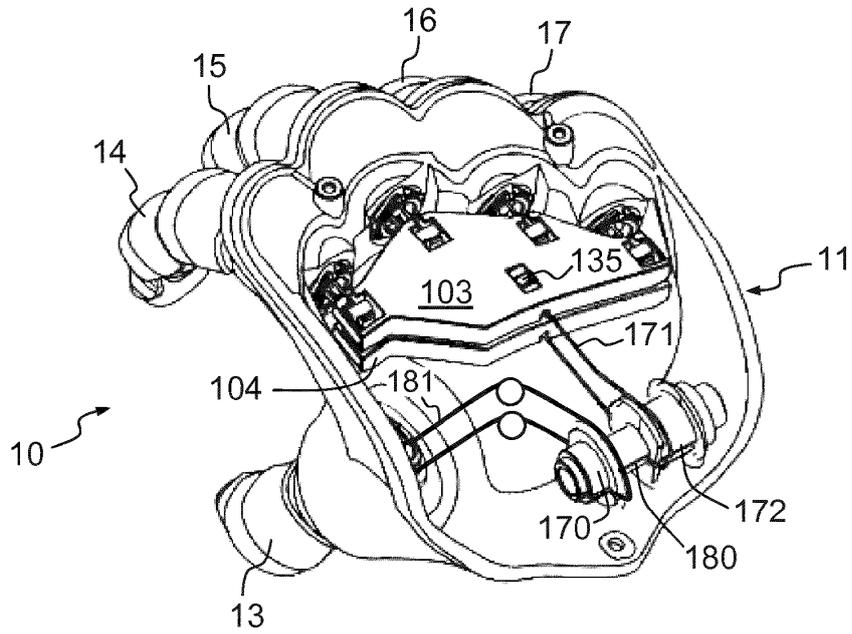


FIG.5

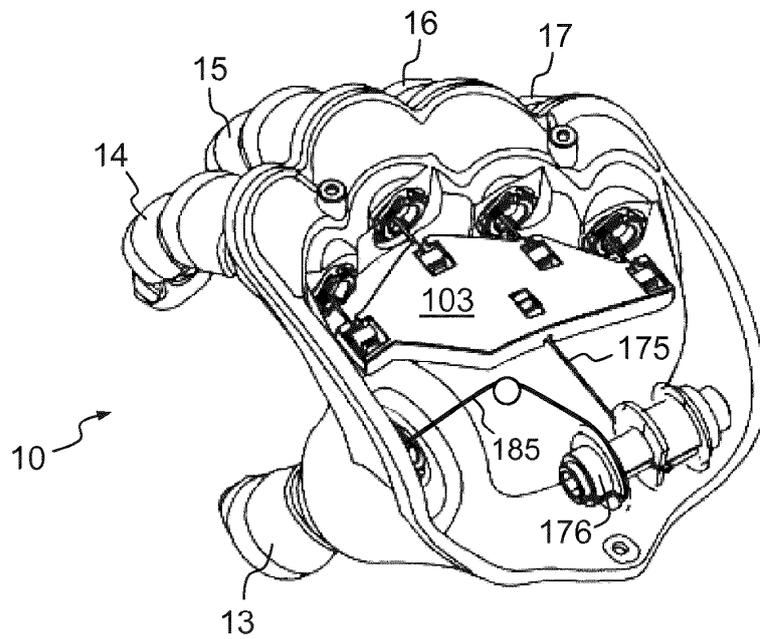


FIG.6

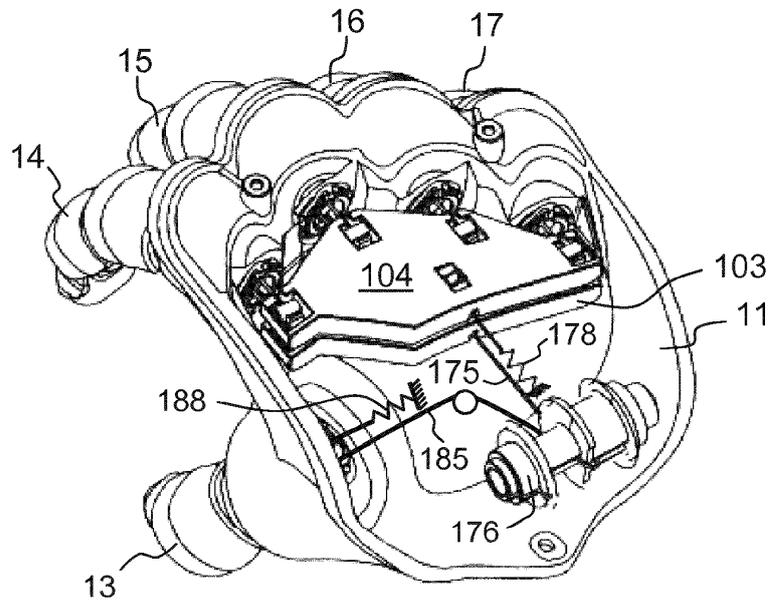


FIG. 7

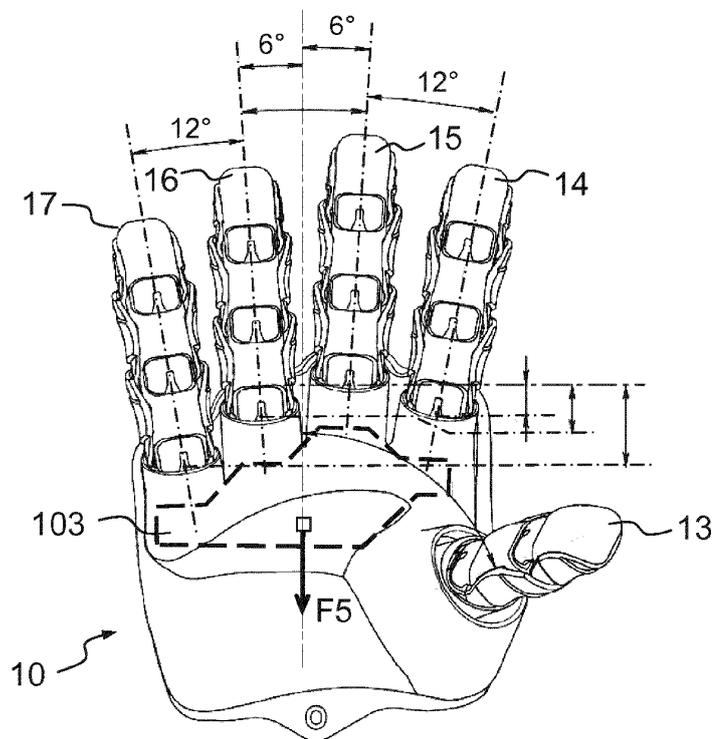


FIG. 8

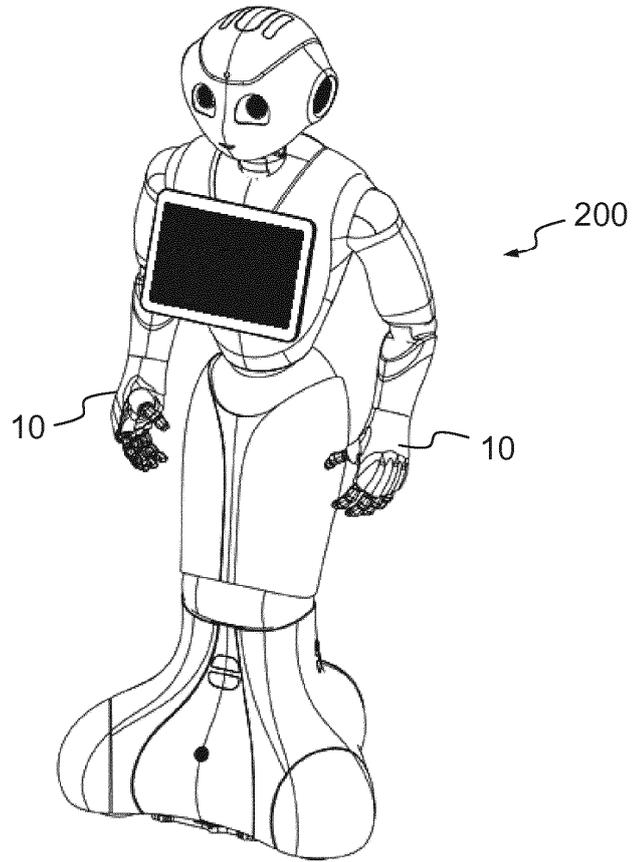


FIG.9