

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 417**

51 Int. Cl.:

**B25J 9/10** (2006.01)

**B62D 57/032** (2006.01)

**B25J 19/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2015 PCT/EP2015/062458**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185670**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2015 E 15728800 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3152008**

54 Título: **Seguridad de un robot de carácter humanoide**

30 Prioridad:

**03.06.2014 FR 1455027**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.12.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CLERC, VINCENT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 692 417 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

Seguridad de un robot de carácter humanoide

La invención se refiere a la seguridad de utilización de un robot de carácter humanoide.

- 5 Un robot puede calificarse de humanoide a partir del momento en que posee ciertos atributos de aspecto y funcionalidades del hombre como por ejemplo una cabeza, un tronco, dos brazos, dos manos, dos piernas o dos pies. Ciertos robots que no poseen más que la parte alta del cuerpo pueden considerarse igualmente como poseedores de caracteres humanoides. Se encuentran robots humanoides capaces de marchar o de desplazarse sobre una plataforma provista de ruedas, de hacer gestos, con los miembros o con la cabeza. La complejidad de los gestos que son capaces de efectuar aumenta sin cesar. Pese a estos progresos, Los robots humanoides continúan
- 10 siendo susceptibles de caerse. Estas caídas pueden tener lugar durante pruebas de puesta a punto del robot, e igualmente en una fase posterior de utilización del robot, debido a los inevitables obstáculos o intervenciones exteriores. Los robots pueden recibir igualmente choques ya sea debido a sus propios movimientos o ya sea debido a elementos exteriores animados.
- 15 Durante unas caídas o choques, un robot puede perder el control de sus movimientos y provocar daños a quienes lo rodean.
- El documento US-A-2002/062179 describe un robot humanoide según el preámbulo de la reivindicación 1, que posee un sistema anti pinzamiento. El documento US-A-2004/060746 describe otro robot humanoide que posee detectores de choques que permiten detectar caídas. En caso de caída o de choque, estos robots continúan estando activos y pueden provocar siempre daños a quienes lo rodean.
- 20 La invención se dirige a paliar este problema por medio de un dispositivo que permite una parada de emergencia del robot.
- Para tal efecto, la invención tiene por objeto un robot de carácter humanoide que comprende dos elementos y una articulación de al menos un grado de libertad que enlaza los dos elementos, permitiendo la articulación un abatimiento en un intervalo dado de funcionamiento operacional, estando destinado uno primero de los dos
- 25 elementos a ponerse en contacto con un tope que pertenece a uno segundo de los dos elementos en el extremo del intervalo, caracterizado porque comprende además al menos un interruptor configurado para accionar un contacto eléctrico cuando una fuerza ejercida por el primer elemento contra el tope sobrepasa una fuerza dada.
- El interruptor puede situarse en el tope o en la proximidad de este.
- 30 Los dos elementos y la articulación pueden configurarse para deformar al menos uno de los dos elementos o la articulación bajo la acción de la fuerza que sobrepasa la fuerza dada, accionando la deformación el contacto eléctrico.
- El contacto eléctrico se implementa ventajosamente en un dispositivo de parada de emergencia que puede accionarse por el robot por sí mismo debido a sus propios movimientos, en caso de choque o de caída, o que puede accionarse por un operario exterior que desee poner al robot fuera de servicio por ejemplo después de haber
- 35 constatado movimientos intempestivos del robot. Dicho de otro modo, el tope y su interruptor forman un botón de parada de emergencia del robot y el robot comprende ventajosamente unos medios de alimentación eléctrica. El contacto eléctrico se configura entonces para desactivar los medios de alimentación eléctrica durante el accionamiento del contacto eléctrico.
- Ventajosamente, el tope es flexible y el contacto eléctrico se acciona por una deformación del tope. El tope puede poseer una rigidez que caracteriza su flexibilidad, estando calibrada la rigidez del tope para obtener el accionamiento del contacto eléctrico para una fuerza dada ejercida sobre el tope.
- En un modo de realización el robot comprende una membrana flexible que forma una piel del segundo elemento, estando dispuesto el interruptor en el interior del segundo elemento bajo la piel. El tope puede comprender un tirante que se apoya por un lado sobre una parte móvil del interruptor y por otro lado sobre la membrana flexible.
- 45 El interruptor comprende una parte móvil y una parte fija (29) fijada a una estructura portadora del segundo elemento. El interruptor (23) forma ventajosamente un botón pulsador maniobrado por el desplazamiento de la parte móvil en traslación según un eje con relación a la parte fija.
- Según un modo de realización preferente, el primero de los dos elementos forma una cabeza del robot y el segundo de los dos elementos forma un tronco del robot.
- 50 Según una variante de este modo preferente, el robot se configura para que toda fuerza de la cabeza sobre el tronco, fuerza que sobrepasa una fuerza dada según cualquier eje de rotación en un plano horizontal del robot, accione el contacto eléctrico del interruptor. El tope puede comprender un anillo que se extiende alrededor de un eje vertical del robot, asegurando el anillo la transmisión de la fuerza de la cabeza contra el tope hacia el interruptor.

Según otra variante de este modo preferente, el tope se dispone en un plano sagital del robot y el contacto eléctrico se dispone de manera que se accione durante un movimiento de rotación de la cabeza con relación al tronco alrededor de un eje sustancialmente perpendicular al plano sagital.

La invención se comprenderá mejor y surgirán otras ventajas 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:

las figuras 1a y 1b representan dos ejemplos de robots que pueden implementar la invención;  
la figura 2 representa una sección en un plano sagital de la cabeza y el tronco del robot de la figura 1b;  
la figura 3 representa en sección parcial, en el plano sagital del robot de la figura 1b, una parte del tronco;  
las figuras 4, 5 y 6 representan el robot de la figura 1b en diferentes posiciones durante la maniobra de un botón de parada de emergencia.

En interés de la claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

Las figuras 1a y 1b representan dos ejemplos de robots de caracteres humanoides desarrollados por la sociedad ALDEBARAN ROBOTICS™. El robot 10 humanoide representado en la figura 1a comprende una cabeza 1, un tronco 2, dos brazos 3, dos manos 4, dos piernas 5 y dos pies 6. El robot 10' humanoide representado en la figura 1b comprende una cabeza 1, un tronco 2, dos brazos 3, dos manos 4 y una falda 7. Estos dos robots comprenden varias articulaciones que permiten el movimiento relativo de los diferentes miembros del robot con el objetivo de reproducir la morfología humana y sus movimientos. Los robots 10 y 10' comprenden por ejemplo una articulación 11 entre el tronco 2 y cada uno de los brazos 3. La articulación 11 que forma un hombro del robot está motorizada alrededor de dos ejes de rotación para permitir desplazar el brazo 3 con relación al tronco 2 a la manera de los desplazamientos posibles por un hombro de un ser humano.

El robot 10 de caracteres humanoides comprende igualmente varias articulaciones para poner en movimiento las piernas del robot y reproducir el movimiento de la marcha, en particular unas articulaciones asimilables a una cadera, entre el tronco y cada uno de los muslos, a una rodilla, entre un muslo y la pierna, y un tobillo entre la pierna y el pie. Se implementan varias formas de articulaciones motorizadas, que ponen en movimiento uno de los miembros según uno o varios grados de libertad en rotación.

El robot 10' de caracteres humanoides presenta una arquitectura diferente. Para mejorar la estabilidad y bajar el centro de gravedad del robot, el robot no comprende piernas sino una falda 7 que comprende en su base un trípode 14 capaz de desplazar el robot. La falda 7 comprende también una primera articulación 12 que se asemeja a una rodilla, entre una pierna 7a y un muslo 7b. Una segunda articulación 13 que pertenece a una cadera une el tronco 2 y el muslo 7b. Estas dos articulaciones 12 y 13 son unos enlaces de pivote motorizados alrededor de un eje de rotación. El eje de rotación Xa de la articulación 12 y el eje de rotación Xb de la articulación 13 son sustancialmente paralelos a un eje que une los dos hombros del robot, permitiendo inclinar al robot hacia adelante o hacia atrás.

La figura 2 representa en sección en un plano sagital la cabeza 1 y el tronco 2 del robot 10' de la figura 1b. La cabeza 1 y el tronco 2 están unidos por un cuello 20 que forma una articulación de tres grados de libertad en rotación. Para la presente invención, se pone interés en la rotación que permite el cuello 20 alrededor de un eje 21 perpendicular al plano sagital del robot es decir perpendicularmente al plano de la figura 2. El cuello 20 permite una rotación de la cabeza 1 con relación al tronco 2 en un intervalo angular  $\alpha$  dado, durante el funcionamiento operativo del robot 10'. En la figura 2, la cabeza 1 está en la proximidad de uno de los extremos del intervalo angular  $\alpha$ . La cabeza 1 está casi en contacto con un tope 22 que pertenece al tronco 2. Dicho de otro modo, la cara del robot 10' está levantada y la cabeza 1 está sustancialmente apoyada sobre la parte alta de la espalda del robot 10'.

La rotación de la cabeza 1 puede obtenerse por medio de un actuador que permite motorizar la articulación del cuello 20 o debido a una acción exterior, por ejemplo cuando se ejerce una fuerza exterior sobre la cabeza 1 o durante un movimiento rápido de la cabeza 1 que arrastra a esta por inercia. En un funcionamiento normal u operativo de robot 10' la cabeza 1 se desplaza con relación al tronco 2 en el interior del intervalo angular  $\alpha$ . Durante este funcionamiento operativo, la cabeza 1 puede llegar a apoyar contra un tope 22 sin ejercer sobre el tope 22 una fuerza que sobrepase una fuerza de valor dado. Dicho de otro modo, si la cabeza 1 llega a ejercer sobre el tronco 2 una fuerza superior a la fuerza dada, se considera entonces que el robot no está ya en su funcionamiento operativo. La salida del marco de funcionamiento operativo puede ser debida a un choque ejercido sobre el robot 10' que arrastra a la cabeza en un movimiento brusco que, por inercia, impulsa a la cabeza 1 contra el tronco 2. Este choque puede soportarse por el tronco 2 o directamente por la cabeza. La salida del funcionamiento operativo puede ser debida a un defecto de funcionamiento del actuador de la articulación del cuello 20. Puede concebirse cualquier otra causa. Uno de los objetos de la invención es permitir la detección de la salida del funcionamiento operativo cuando se ejerce una fuerza demasiado grande por la cabeza 1 sobre el tronco 2. Es posible por supuesto detectar la salida del funcionamiento operativo debida a una fuerza intempestiva de cualquier elemento móvil del robot con relación a otro elemento del robot. En el ejemplo representado, el intervalo es un intervalo angular. Es posible implementar la invención entre dos elementos del robot móviles en traslación relativamente entre ellos. El intervalo puede ser lineal o puede extenderse incluso según cualquier curva seguida relativamente por los dos elementos móviles del robot.

La figura 3 representa en sección parcial en el plano sagital del robot 10' una parte del tronco 2, parte en la que se

encuentra el tope 22.

Según la invención, para detectar el sobrepase de una fuerza dada ejercida sobre el tope 22, el robot comprende un contacto eléctrico accionado en caso de que se sobrepase la fuerza dada. Un ejemplo de realización de este contacto eléctrico se representa en la figura 2. En este ejemplo, el tope 22 es flexible y el contacto eléctrico está formado por un interruptor 23 accionado por la deformación del tope 22. El tope 22 posee una rigidez que caracteriza su flexibilidad. Más precisamente, la rigidez puede definirse mediante un coeficiente de proporcionalidad que vincula una fuerza ejercida sobre el tope 22 y la deformación del tope 22. Este coeficiente puede ser constante o no en función de la fuerza. Este coeficiente es función de la naturaleza del o de los materiales elegidos para realizar el tope, principalmente del módulo de Young del material y de las dimensiones del material. La rigidez del tope 22 se calibra para obtener el accionamiento del interruptor para una fuerza dada ejercida sobre el tope 22.

Es posible integrar en el tope 22 un elemento de resorte que permita calibrar la fuerza dada. Este elemento de resorte puede disponerse en el interruptor 23. En el ejemplo representado, el tope 22 comprende una membrana 25 flexible que forma una parte de la piel del tronco 2. La membrana 25 se realiza por ejemplo a base de caucho o de silicona. La membrana 25 puede disponerse en la continuidad de otra parte 26 rígida de la piel del tronco 2. El interruptor 23 puede colocarse directamente bajo la membrana 25 o a distancia como se representa en la figura 3. El tope 22 comprende entonces un tirante 27 que se apoya por un lado sobre la parte 28 móvil del interruptor 23 y por otro lado sobre la membrana 25. Se da forma al tirante 27 para apoyarse sobre la membrana 25 según una forma deseada para la piel y para apoyarse sobre la parte 28 móvil del interruptor 23.

El interruptor 23 comprende una parte 29 fija fijada sobre una estructura 30 portadora del tronco 2. La parte 29 fija comprende dos lengüetas 31 y 32 que permiten la conexión eléctrica del interruptor 23. Una fuerza ejercida sobre el tope 22 se transmite al interruptor 23 por medio del tirante 27 y pone en contacto eléctrico las dos lengüetas 31 y 32. Alternativamente una fuerza ejercida sobre el interruptor 23 puede abrir un contacto normalmente cerrado en funcionamiento operativo.

En el ejemplo representado en la figura 3, el interruptor 23 se disponen en el tope 22. Alternativamente, es posible disponer el interruptor fuera del tope 22 en la proximidad de este. Se puede así disociar la función de interruptor y la función de definición de la fuerza dada (que se debe sobrepasar para accionar el interruptor) asegurada por el tope en sí mismo.

Según otra variante es posible definir la fuerza dada a sobrepasar por medio de otros elementos del tope. Se puede conservar por ejemplo un tope rígido y permitir una deformación de los diferentes componentes que unen los dos elementos 1 y 2 del robot. Es posible por ejemplo disponer el tope en la articulación 22. Dicho de otro modo, se permite una deformación de al menos un componente de la cadena cinemática que une los dos elementos 1 y 2. Esta deformación se obtiene bajo el efecto de una fuerza superior a la fuerza dada. Al menos uno de los componentes formados por los elementos 1 y 2 en sí mismos y la articulación 20 se configura para permitir la deformación deseada. Esta deformación se realiza ventajosamente en un campo elástico con el fin de ser reversible.

El robot 10' comprende unos medios 35 de alimentación eléctrica. Ventajosamente, el contacto eléctrico maniobrado por el interruptor 23 se configura para desactivar los medios 35 de alimentación eléctrica durante el accionamiento del contacto eléctrico. De manera más general, el interruptor 23 forma un botón de parada de emergencia del robot 10'.

El interruptor 23 está formado por ejemplo por un botón pulsador maniobrado por desplazamiento de la parte 28 móvil en traslación según un eje 37 con relación a la parte 29 fija. La fuerza ejercida sobre el tope 22 y que permite accionar el interruptor 23 puede producirse según el eje 37 o inclinarse con relación a este eje. En caso de inclinación es la proyección de la fuerza sobre el eje 37 la que acciona el interruptor 23. La fuerza dada de calibración del tope 22 es una fuerza cuya dirección viene dada por el eje 37. Es por tanto necesario tener en cuenta esta proyección.

La fuerza ejercida por la cabeza 1 sobre el tope 22 puede orientarse según el eje 37. Esto permite una maniobra directa del interruptor 23 sin ninguna proyección de la fuerza ejercida sobre el tope 22, perpendicularmente al eje 37. Alternativamente, es posible inclinar el eje 37 con relación a la dirección de la fuerza ejercida por la cabeza 1 con el fin de facilitar otros tipos de maniobra del interruptor 23, por ejemplo efectuada por un operario susceptible de maniobrar el interruptor 23 en caso de emergencia.

El robot 10' es de carácter humanoide y el accionamiento del interruptor 23 puede asimilarse a un traumatismo de la raquis cervical. Este traumatismo puede ser indirecto, es decir debido a un movimiento inapropiado de la cabeza 1, o bien directo, es decir debido a un golpe dirigido sobre la parte alta del torso 2 del robot 10'. Este tipo de traumatismo se denomina comúnmente: "golpe de conejo" por analogía a un método utilizado para matar un conejo. Se trata de un golpe directo dirigido por detrás de la nuca del conejo. Este golpe produce un traumatismo en hiper-extensión de la cabeza que implica una fractura o una luxación del raquis cervical que implica unos daños neurológicos y la muerte por lesión del bulbo raquídeo. El interruptor 23 se maniobra durante el funcionamiento operativo del robot y puede en este caso asimilarse a un traumatismo involuntario o voluntariamente dirigido al robot 10' y destinado a detenerlo rápidamente, por ejemplo cortando su alimentación eléctrica. El interruptor 23 puede ser de simple o doble

posición estable.

En caso de un interruptor 23 de una única posición estable, un impulso simple sobre el tope 22 es suficiente para controlar la parada de emergencia del robot 10'. El interruptor puede entonces controlar un relé biestable que pertenece a los medios 35 de alimentación eléctrica. Se prevén entonces unos medios de rearme de la alimentación eléctrica del robot 10' en los medios 35 de alimentación eléctrica. La orden de rearme puede disponerse a distancia del tope 22.

En el caso de un interruptor 23 de dos posiciones estables el paso de una posición estable a otra controla directamente el corte de la alimentación eléctrica del robot 10'. El rearme de la alimentación eléctrica se realiza entonces directamente por el interruptor 23 reponiéndose a la primera posición estable. Esta maniobra de rearme puede realizarse por medio de una manipulación particular realizada a través de la membrana 25.

La figura 3 ilustra el accionamiento del interruptor 23 por medio de un movimiento de rotación de la cabeza 1 con relación al tronco 2 alrededor del eje 21 sustancialmente perpendicular al plano sagital del robot 10'. Es en cualquier caso posible prever la activación del interruptor 23 para una rotación excesiva de la cabeza 1 con relación al tronco 2 alrededor de un eje de rotación horizontal contenido en el plano sagital. Para tal efecto, el tirante 27 puede tener una forma de anillo que rodea al cuello 20. De manera más general, cualquier fuerza de la cabeza 1 sobre el tronco 2, fuerza que sobrepase una fuerza dada, según cualquier eje de rotación en un plano 40 horizontal del robot 10' implica entonces el accionamiento del contacto eléctrico del interruptor 23.

Para facilitar la obtención de una información eléctrica en caso de fuerza excesiva, es posible prever varios interruptores 23 dispuestos sobre el anillo 27. La activación de al menos uno de los interruptores 23 implica la parada de emergencia del robot 10'. El anillo 27 puede realizarse en la forma de un anillo monobloque o de varios segmentos angulares asociados cada uno a uno de los interruptores 23. El anillo monobloque o los diferentes segmentos angulares y más generalmente el anillo 27 se extiende alrededor de un eje 41 vertical del robot 10'. El eje 41 vertical está contenido en el plano sagital y es perpendicular al plano 40 horizontal. El anillo 27 puede disponerse bajo la membrana 25 o puede formar por sí mismo una parte de la piel del tronco 2. El anillo 27 asegura la transmisión de la fuerza de la cabeza 1 contra el tope 22 hacia la parte móvil 28 del o de los interruptores 23.

La figura 4 representa en sección parcial el robot 10' en su plano sagital. En esta posición la cabeza 1 y el tronco 2 están apoyados uno contra otro sobre el tope 22. La figura 4 muestra el robot en funcionamiento operativo. La cabeza 1 se posiciona en uno de los extremos del intervalo angular  $\alpha$ .

La figura 5 representa siempre en sección parcial el robot 10' en su plano sagital. En la posición de esta figura, el robot ha sufrido una acción exterior que implica una fuerza de la cabeza 1 sobre el tope 22 superior al valor dado. Esta acción puede ser por ejemplo un golpe sobre la cabeza 1, un choque sobre otra parte del robot que impulse a la cabeza 1 por inercia contra el tope 22. En la posición representada en la figura 5, el anillo 27 se deforma. Su deformación no es aun transmitida al interruptor 23.

La figura 6 muestra la transmisión de la fuerza del anillo 27 hacia el interruptor cuya parte 28 móvil se desplaza para maniobrar el interruptor 23. La duración que separa las posiciones de las figuras 5 y 6, puede ser del orden de algunos milisegundos, el tiempo necesario para que la onda de choque se propague en el anillo 27.

## REIVINDICACIONES

1. Robot de carácter humanoide (10; 10') que comprende dos elementos (1, 2) y una articulación (20) de al menos un grado de libertad que une los dos elementos (1, 2), permitiendo la articulación (20) un abatimiento en un intervalo dado (a) en funcionamiento operativo, estando destinado uno primero (1) de los dos elementos a ponerse en contacto con un tope (22) que pertenece a uno segundo (2) de los dos elementos en el extremo del intervalo (a),  
5 **caracterizado porque** comprende además al menos un interruptor (23) configurado para accionar un contacto eléctrico cuando una fuerza ejercida por el primer elemento (1) contra el tope (22) sobrepasa una fuerza dada.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el interruptor (23) está situado en el tope (22).
3. Robot según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los dos elementos (1, 2) y la articulación (20) están configurados para deformar al menos uno de los dos elementos (1, 2) o la articulación (20) bajo la acción de la fuerza que sobrepasa la fuerza dada, accionando la deformación el contacto eléctrico.  
10
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el tope (22) es flexible y el contacto eléctrico es accionado por una deformación del tope (22).
5. Robot según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el tope (22) posee una rigidez que caracteriza su flexibilidad y **porque** la rigidez del tope (22) está calibrada para obtener el accionamiento del contacto (23) eléctrico para una fuerza dada ejercida sobre el tope (22).  
15
6. Robot según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** comprende una membrana (25) flexible que forma una piel del segundo elemento (2), disponiéndose el interruptor (23) en el interior del segundo elemento (2) bajo la piel (25).
7. Robot según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el tope (22) comprende un tirante (27) que se apoya por un lado sobre la parte (28) móvil del interruptor (23) y por otro lado sobre la membrana (25) flexible.  
20
8. Robot según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el interruptor (23) comprende una parte (28) móvil y una parte (29) fija fijada a una estructura (30) portadora del segundo elemento (2) y **porque** el interruptor (23) forma un botón pulsador maniobrado por desplazamiento de la parte (28) móvil en traslación según un eje (37) con relación a la parte (29) fija.  
25
9. Robot según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el interruptor (23) forma un botón de parada de emergencia del robot (10; 10').
10. Robot según la reivindicación 9, **caracterizado porque** comprende unos medios (35) de alimentación eléctrica y **porque** el contacto (23) eléctrico está configurado para desactivar los medios (35) de alimentación eléctrica durante el accionamiento del contacto (23) eléctrico.  
30
11. Robot según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primero de los dos elementos forma una cabeza (1) de robot (10; 10') y el segundo de los dos elementos forma un tronco (2) de robot (10; 10').
12. Robot según la reivindicación 11, **caracterizado porque** está configurado para que cualquier fuerza de la cabeza (1) sobre el tronco (2), fuerza que sobrepasa una fuerza dada según cualquier eje de rotación en un plano horizontal de robot (10; 10'), acciona el contacto eléctrico del interruptor (23).  
35
13. Robot según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el tope (22) comprende un anillo (27) que se extiende alrededor de un eje (41) vertical del robot (10'), asegurando el anillo (27) la transmisión de la fuerza de la cabeza (1) contra el tope (22) hacia el interruptor (23).
14. Robot según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el tope (22) está dispuesto en un plano sagital del robot (10') y **porque** el contacto (23) eléctrico está dispuesto de manera que se accione durante un movimiento de rotación de la cabeza (1) con relación al tronco (2) alrededor de un eje (21) sustancialmente perpendicular al plano sagital.  
40

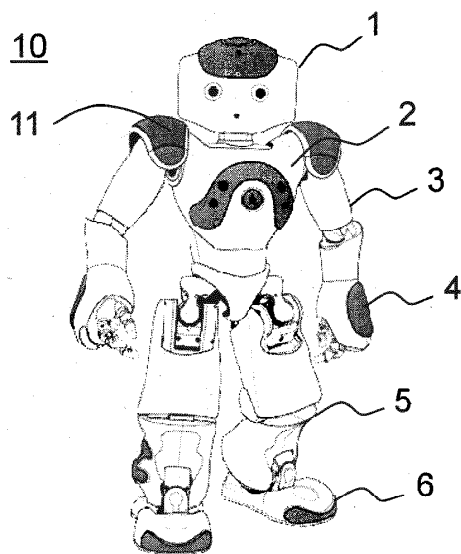


FIG. 1a

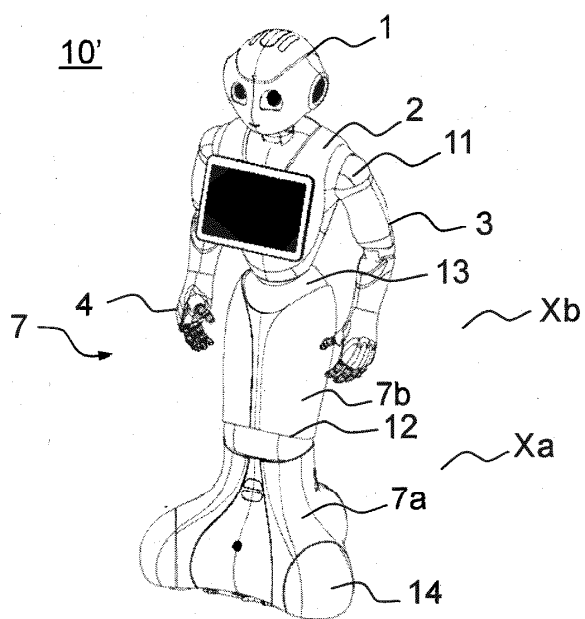


FIG. 1b

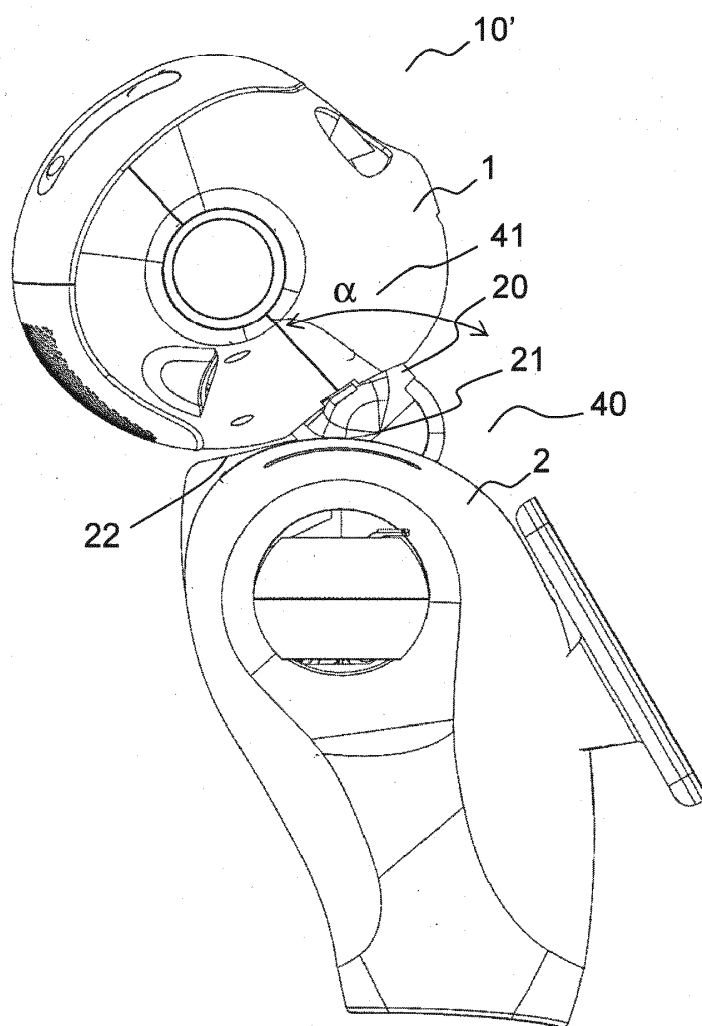


FIG.2



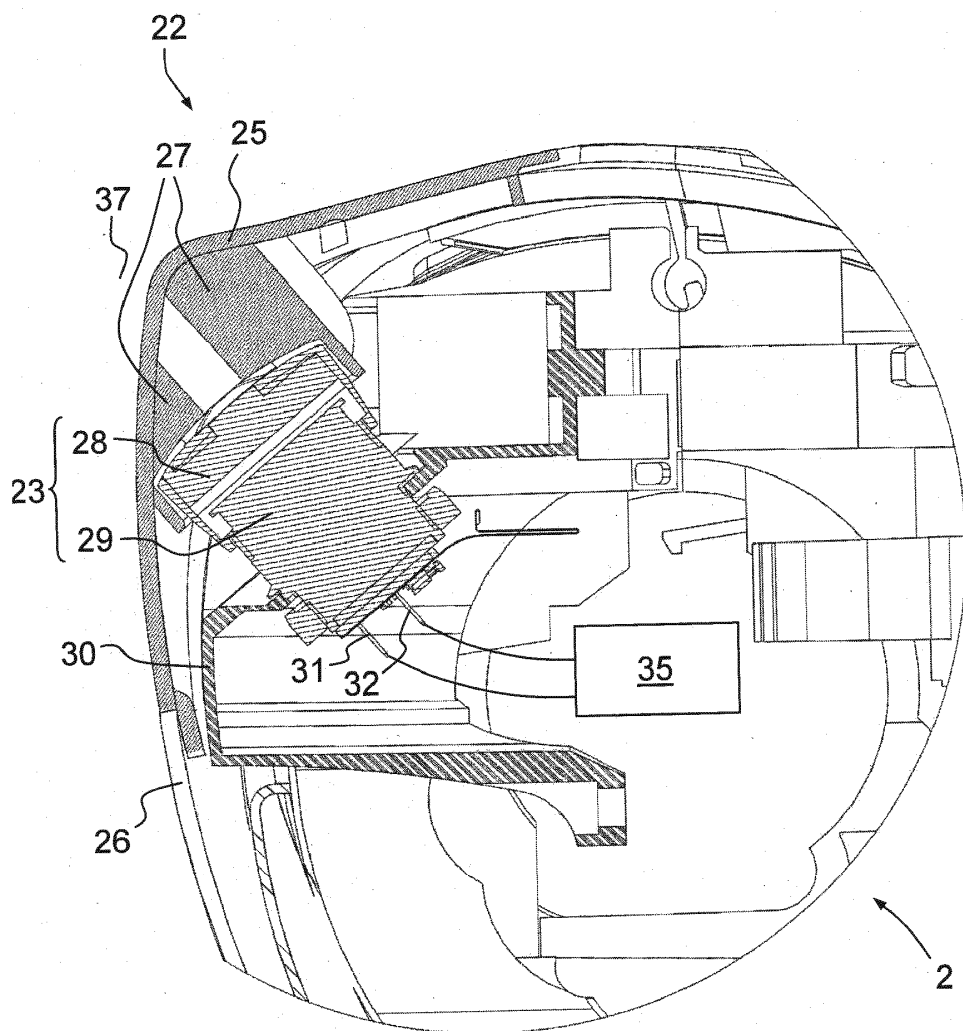


FIG.3

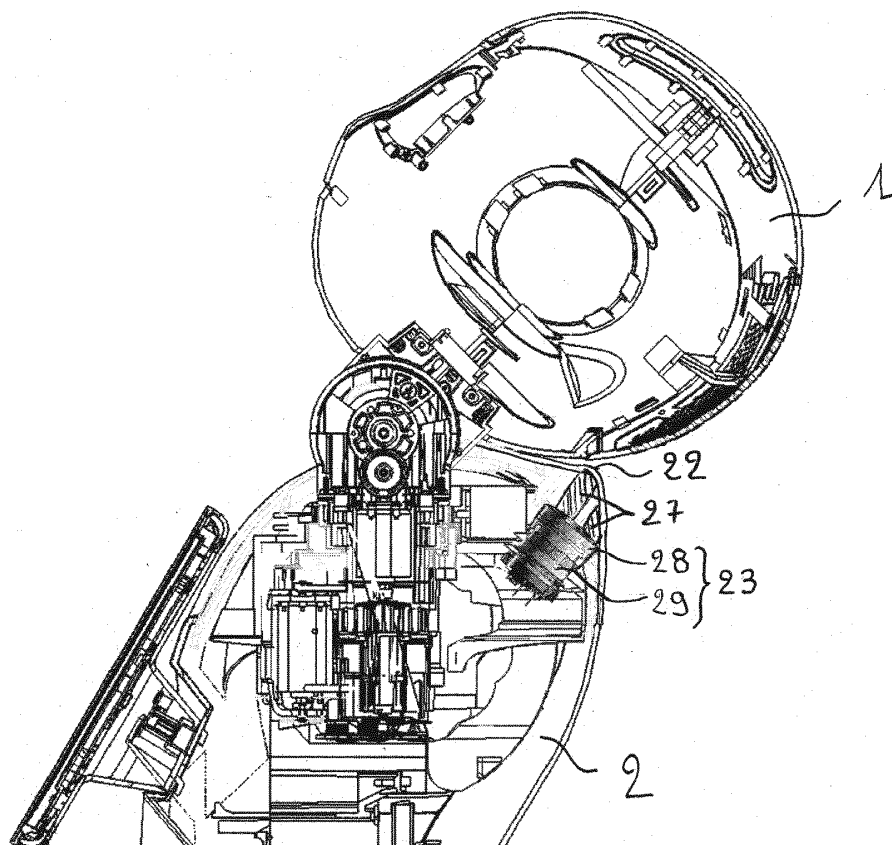


FIG 4

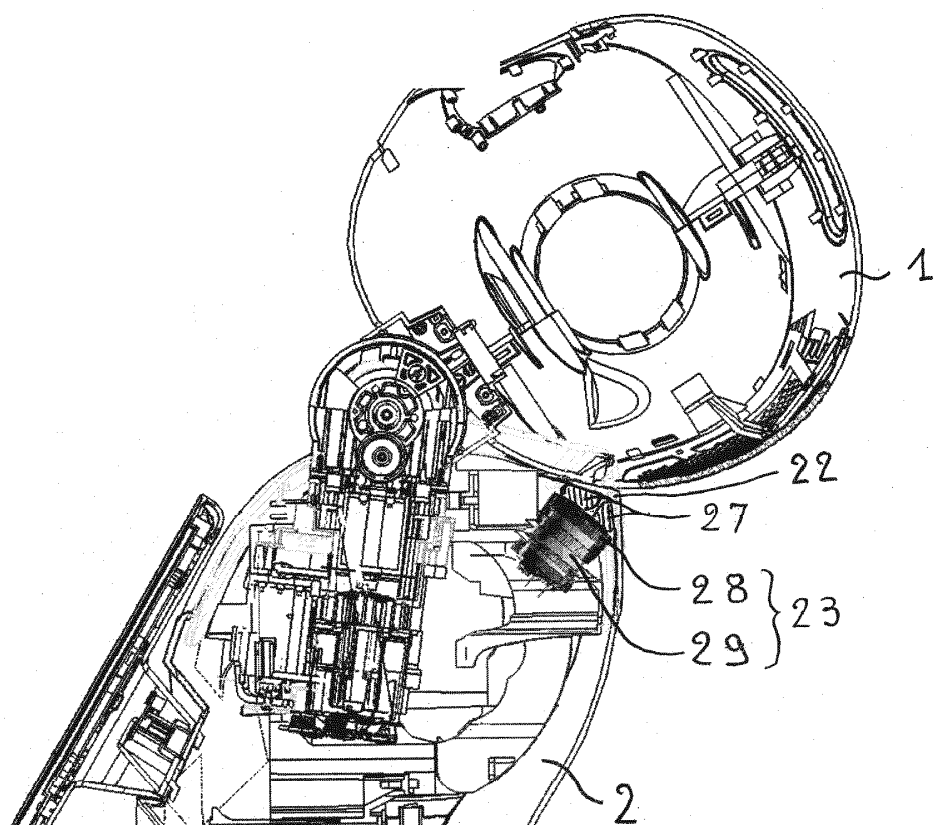


FIG 5

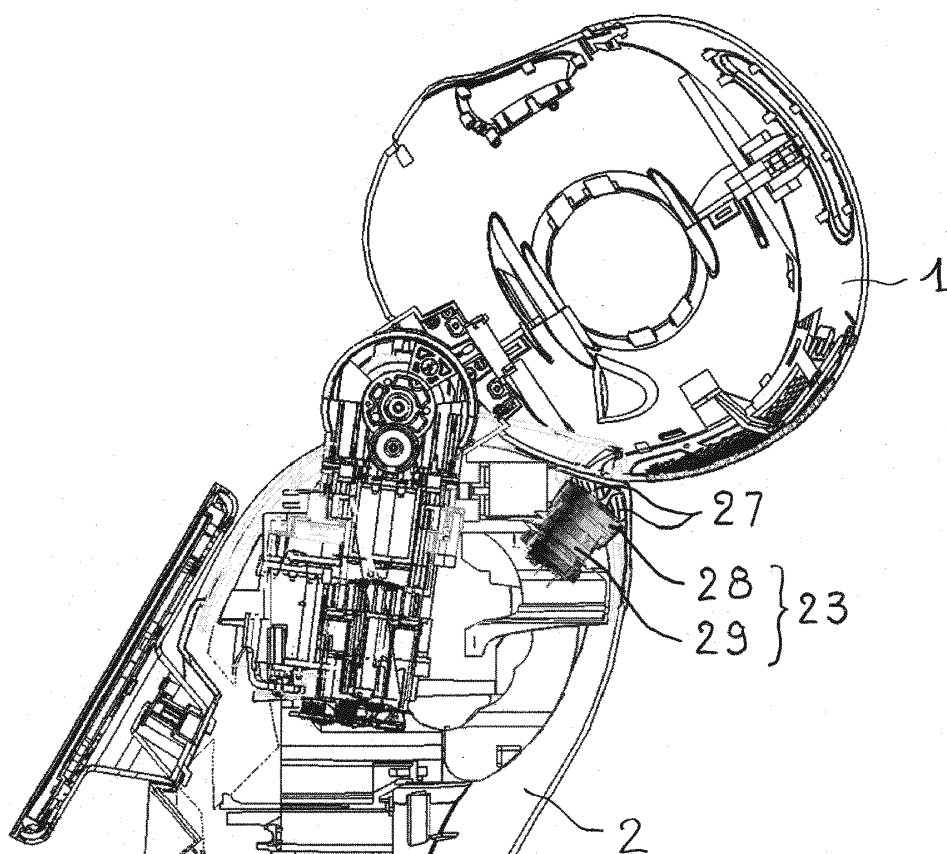


FIG 6