

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de publicación internacional
WO 2021/186093 A1

(43) Fecha de publicación internacional
23 de septiembre de 2021 (23.09.2021) **WIPO | PCT**

(51) Clasificación internacional de patentes:

B25J 9/10 (2006.01) B25J 1/08 (2006.01)
B25J 1/02 (2006.01) B25J 17/02 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2021/070186

(22) Fecha de presentación internacional:
16 de marzo de 2021 (16.03.2021)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
202030222 17 de marzo de 2020 (17.03.2020) ES

(71) Solicitante: **UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE** [ES/ES]; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, EDIF. RECTORADO Y CONSEJO SOCIAL, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES).

(72) Inventores: **PEIDRÓ VIDAL, Adrian**; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, EDIF. INNOVA, 03202 ELCHE (ES). **MARÍN LÓPEZ, José María**; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, EDIF. INNOVA, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES). **BALLESTA GALDEANO, Mónica**; AV-

DA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES). **REINOSO GARCÍA, Oscar**; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, EDIF. INNOVA, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES). **PAYÁ CASTELLÓ, Luis**; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD, S/N, EDIF. INNOVA, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES). **JIMENEZ GARCÍA, Luis Miguel**; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES).

(74) Mandatario: **LÓPEZ SÁNCHEZ, María José**; AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N, EDIF. RECTORADO Y CONSEJO SOCIAL, 03202 ELCHE, ALICANTE (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: MOBILE ROBOT THAT CAN BE MOVED IN A PLANE

(54) Título: ROBOT MÓVIL DESPLAZABLE EN UN PLANO

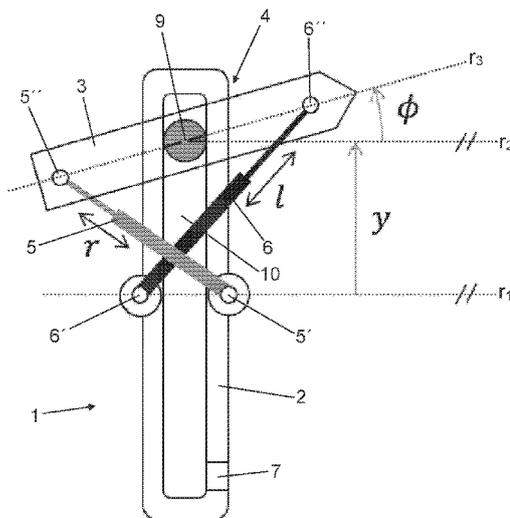


Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed is a mobile robot that can be moved in a plane, which has two bodies (2, 3) connected together by means of a passive hinge (4) having two degrees of freedom and by means of linear actuators (5, 6), each of which is formed by a variable-length bar connected to both bodies (2, 3) by rotation hinges (5', 5'', 6', 6''), the linear actuators (5, 6) being arranged crosswise with respect to each other. The mobile robot also includes a controller (7) connected to the linear actuators (5, 6) to control and actuate same, and the bodies (2, 3) have temporary adhesion means (8) for temporary adhesion to a sliding plane of the robot (1) and which are also connected to the controller (7).

(57) Resumen: Robot móvil desplazable en un plano, que tiene dos cuerpos (2,3) conectados entre sí mediante una articulación pasiva (4) de dos grados de libertad, y mediante dos actuadores lineales (5,6), cada uno de ellos formado por una barra de longitud variable conectada a ambos cuerpos (2,3) mediante articulaciones de rotación (5',5'',6',6''), estando dispuestos los actuadores lineales (5,6) cruzados entre sí. El robot móvil dispone además de un controlador (7) conectado a los actuadores lineales (5,6) para el control y accionamiento de éstos, y los cuerpos (2,3) tienen medios de adhesión temporal (8) al plano de desplazamiento del robot (1) conectados también al controlador (7).



WO 2021/186093 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) Estados designados** *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

DESCRIPCIÓN

Título

5 Robot móvil desplazable en un plano

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de la robótica, concretamente a los robots móviles y dispositivos con desplazamiento autónomo, y más concretamente a robots móviles desplazables mediante actuadores lineales de forma autónoma en un plano, ya sea horizontal, vertical o inclinado.

15 Antecedentes de la invención

En la actualidad existen numerosos tipos de robots móviles con desplazamiento autónomo, del tipo de los que se desplazan en planos horizontales, verticales u horizontales. Este tipo de robots se suelen utilizar para la realización de tareas automatizadas, tales como inspección, limpieza, mantenimiento o vigilancia de infraestructuras.

Estos robots cuentan con un chasis y medios de desplazamiento de diversos tipos, tales como ruedas, rodillos, actuadores lineales, etc. Se suelen orientar mediante sensores, y son controlados por medios inalámbricos. Dependiendo de las aplicaciones, o tareas a realizar por los robots, estos pueden llevar acoplados al chasis dispositivos adicionales, tales como brazos robóticos, herramientas, cepillos, etc...

30 Concretamente, los robots de marco deslizante con actuadores binarios, consisten básicamente en una estructura, bastidor o marco que se desplaza por un plano accionado por actuadores lineales accionados por un controlador,

los cuales proporcionan un movimiento lineal entre las partes que unen. Un número adecuado de actuadores lineales dispuestos en posiciones determinadas proporcionan el desplazamiento del robot.

5 Un ejemplo de robot de marco deslizante con actuadores binarios es el robot "Planar Walker", de Chen y Yeo (2003), en la publicación "*Chen, I.M., & Yeo, S.H. (2003). Locomotion of a two-dimensional walking-climbing robot using a closed-loop mechanism: From gait generation to navigation. The international Journal of Robotics Research, 22(1), 21-40*", el cual consta de un conjunto de
10 actuadores lineales binarios conectados formando cadenas cinemáticas cerradas, de manera que algunos puntos de dichas cadenas pueden anclarse al suelo por medio de ventosas, de modo tal que, al accionar los actuadores binarios, la postura del robot cambia y le permite avanzar por el entorno. El robot consta de cuatro actuadores lineales binarios, por lo que consigue cierta
15 maniobrabilidad de forma muy compleja.

El documento "*Pavlov, V., Chavdarov, I., Vatskichev, A., & Nikolov, V. (s.f) Robots Walking by Combined Body-Leg Motion*", muestra un robot similar en ciertos aspectos al anterior, en el que para la traslación del robot se utilizan dos
20 actuadores lineales.

El documento "*La Rosa, G., Messina, M., Muscato, G., & Sinatra, R. (2002). A low-cost lightweight climbing robot for the inspection of vertical surfaces. Mechatronics, 12(1), 71-96*". El robot propuesto por La Rosa et al. (2002) es
25 otro robot de marco deslizante, formado por dos cuerpos unidos a través de dos articulaciones, una prismática y otra de rotación para virar. Cada uno de los cuerpos puede fijarse al suelo de forma independiente al otro, de forma que este robot puede moverse por su entorno fijando uno de los cuerpos y moviendo el otro con respecto al primero, intercambiando posteriormente los
30 roles de cuerpo fijo y móvil. Este robot solo puede avanzar una distancia fija en cada movimiento realizado por cada uno de los cuerpos.

Otro robot parecido a los anteriores, es el mostrado en “Gudi, S.S., Bhat, K. (2016). *Design and development of pneumatic suction based wall climbing robot for multiple applications. International Research Journal of Engineering and Technology*”. Este robot es mucho más simple que los anteriores, ya que
5 únicamente puede avanzar en línea recta, y sin poder cambiar de dirección, a diferencia de los anteriores, los cuales, aunque sea de forma compleja, pueden cambiar de dirección de desplazamiento.

Es por tanto deseable un robot desplazable en un plano, que pueda alcanzar
10 una elevada maniobrabilidad de una forma sencilla, evitando los inconvenientes existentes en los anteriores sistemas del estado de la técnica.

Descripción de la invención

15 La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado de la técnica mediante un robot móvil desplazable en un plano, formado por un primer cuerpo y un segundo cuerpo, ambos conectados entre sí mediante una articulación pasiva de dos grados de libertad, y por un primer actuador lineal y un segundo actuador lineal.

20

Preferentemente, la articulación pasiva de dos grados de libertad que conecta el primer cuerpo con el segundo cuerpo es del tipo pasador-en-ranura. Así, la posición del segundo cuerpo a lo largo de la ranura del primer cuerpo queda parametrizada por la variable y , mientras que la orientación del segundo cuerpo
25 queda parametrizada por el ángulo θ . Por tanto, mediante un parámetro lineal y un parámetro angular queda definida la posición y orientación relativas entre el primer cuerpo y el segundo cuerpo.

En cuanto a los actuadores lineales, cada uno de ellos tiene una barra de
30 longitud variable conectada a ambos cuerpos mediante articulaciones de rotación, de la siguiente forma: el primer actuador lineal se conecta al primer cuerpo mediante una primera articulación de rotación y al segundo cuerpo

mediante una segunda articulación de rotación. El segundo actuador lineal se conecta al primer cuerpo mediante una tercera articulación de rotación y al segundo cuerpo mediante una cuarta articulación de rotación. Las articulaciones de rotación están dispuestas en los cuerpos de tal forma que los actuadores lineales quedan dispuestos cruzados entre sí.

Esta disposición con los actuadores lineales cruzados entre sí permite al robot adoptar ocho posibles configuraciones o estados con sólo dos actuadores binarios, es decir el doble de los que podría adoptar con los actuadores dispuestos sin cruzarse.

Las barras de longitud variable pueden materializarse de diferentes formas conocidas, tales como cilindros accionados hidráulicamente o electrónicamente.

De acuerdo con una realización particular de la invención, los actuadores lineales son binarios, es decir, cada uno de ellos presenta sólo dos posiciones extremas, una de ellas con la barra completamente extendida (que equivaldría a la posición "1"), y la otra con la barra completamente retraída (que equivaldría a la posición "0").

Según una realización particular alternativa, los actuadores lineales son continuos, es decir, además de las posiciones extremas, presentan un movimiento continuo con diferentes posiciones de la barra entre estas posiciones extremas.

El robot presenta adicionalmente un controlador conectado a los actuadores lineales, que controla el movimiento de éstos para proporcionar el movimiento deseado al robot.

Los cuerpos tienen medios de adhesión temporal al plano de desplazamiento del robot conectados al controlador. Estos medios fijan temporalmente uno de los cuerpos al plano de desplazamiento mientras el otro se mueve accionado por los actuadores. Posteriormente el cuerpo que estaba fijo se libera para que
5 pueda ser accionado por los actuadores, mientras se fija el otro al plano. De esta forma se consigue el movimiento del robot a lo largo de multitud de posiciones del plano, con sólo dos actuadores lineales. De acuerdo con diferentes realizaciones particulares de la invención, estos medios de adhesión temporal pueden estar realizados mediante imanes, o ventosas, accionados
10 por el controlador.

Por tanto, la invención consiste en un robot móvil que, utilizando únicamente dos actuadores lineales es capaz de desplazarse por un plano con gran libertad de movimiento y capacidad de maniobra.

15

Según lo anterior, el principio de locomoción de este robot móvil es similar al de una oruga. Para avanzar por un plano, el robot realiza repetidamente el siguiente ciclo: Primero fija el primer cuerpo al plano y, a continuación, se extienden o retraen el primer y segundo actuador lineal para mover el segundo
20 cuerpo en el plano, alcanzando éste una nueva posición y orientación, que dependerá de cómo se extiendan o retraigan los actuadores. Una vez el segundo cuerpo ha alcanzado la nueva posición y orientación, se fija éste al plano y se libera el primer cuerpo del plano. Variando nuevamente la longitud de los actuadores, se logra ahora que el primer cuerpo alcance una nueva
25 posición y orientación, completando así un ciclo de movimiento. Repitiendo este ciclo, se logra el avance del robot a lo largo del plano.

Por tanto, la ventaja principal de la presente obtención es conseguir un robot que puede alcanzar un gran número de posiciones diferentes, y por tanto una
30 elevada maniobrabilidad a lo largo de un plano, mediante una configuración sencilla utilizando únicamente dos actuadores lineales, los cuales podrían ser

binarios, proporcionando una movilidad algo mas reducida, o continuos, proporcionando una maniobrabilidad mucho mayor.

Breve descripción de los dibujos

5

A continuación, para facilitar la comprensión de la invención, a modo ilustrativo pero no limitativo se describirá una realización de la invención que hace referencia a una serie de figuras.

10 La figura 1 es una vista esquemática de una realización de un robot objeto de la presente invención que muestra sus elementos esenciales.

Las figuras 2a-2d muestran de forma esquemática una secuencia de movimientos de los cuerpos del robot de la figura 1 mediante los actuadores lineales, que proporcionan el movimiento al robot.

15

La figura 3 muestra en un gráfico de coordenadas el espacio de actuación del robot de las figuras 1 y 2a-2d, en función de los valores de los actuadores lineales binarios.

20

La figura 4 muestra en un gráfico de coordenadas, el espacio de configuración del robot de las figuras 1, 2a-2d y 3, en función de los valores de la posición de uno de los cuerpos a lo largo de la ranura del otro (y), y la orientación de dicho cuerpo (\emptyset).

25

La figura 5 muestra de forma esquemática el espacio de trabajo del robot de las figuras 1, 2a-2d, 3 y 4, que representa los puntos discretos a los que puede tener acceso el robot con actuadores binarios, partiendo de una posición inicial, tras tres ciclos de movimiento, considerando cada ciclo de movimiento la secuencia de movimientos que parte del primer cuerpo fijado y segundo cuerpo libre, se mueve el segundo cuerpo, se fija el segundo cuerpo y se libera el

30

primer cuerpo, se mueve el primer cuerpo, se fija el primer cuerpo y se libera el segundo cuerpo.

La figura 6 muestra una vista en perspectiva en detalle de una realización de un robot objeto de la presente invención.

En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos que son:

1. robot
2. primer cuerpo
- 10 3. segundo cuerpo
4. articulación pasiva conectora del primer cuerpo y el segundo cuerpo
5. primer actuador lineal
- 5'. primera articulación de rotación conectora del primer actuador al primer cuerpo
- 15 5''. segunda articulación de rotación conectora del primer actuador al segundo cuerpo
6. segundo actuador lineal
- 6'. tercera articulación de rotación conectora del segundo actuador al primer cuerpo
- 20 6''. cuarta articulación de rotación conectora del segundo actuador al segundo cuerpo
7. controlador
8. medios de adhesión temporal de los cuerpos al plano de desplazamiento
9. pasador de la articulación pasiva
- 25 10. ranura de la articulación pasiva
- r₁. recta que pasa por las articulaciones de rotación dispuestas en el primer cuerpo
- r₂. recta paralela a la recta r₁ que pasa por el pasador del segundo cuerpo
- r₃. recta que pasa por las articulaciones de rotación dispuestas en el
- 30 segundo cuerpo
- y. distancia entre las rectas paralelas r₁ y r₂, que define la posición del segundo cuerpo a lo largo de la ranura del primer cuerpo

- Ø. ángulo formado entre las rectas r_2 y r_3 que define el ángulo que forman el primer cuerpo y el segundo cuerpo
- U. estado U del robot dependiente de la posición y orientación relativa del primer cuerpo y segundo cuerpo
- 5 V. estado V del robot dependiente de la posición y orientación relativa del primer cuerpo y segundo cuerpo

Descripción detallada de la invención

- 10 El objeto de la presente invención es un robot móvil desplazable en un plano.

Tal y como se puede observar en las figuras, el robot 1 móvil tiene un primer cuerpo 2 y un segundo cuerpo 3, los cuales están conectados entre sí mediante una articulación pasiva 4 de dos grados de libertad, y por un primer
15 actuador lineal 5 y un segundo actuador lineal 6.

En cuanto a la articulación pasiva 4 de dos grados de libertad, tal y como se puede apreciar en las figuras 1 y 2a-2d, preferentemente es del tipo pasador-en-ranura. En este caso, el primer cuerpo 2 tiene una ranura 10 a lo largo de la
20 cual se puede desplazar un pasador 9 dispuesto en el segundo cuerpo 3. Esta articulación permite el desplazamiento lineal relativo del primer cuerpo 2 con respecto al segundo cuerpo 3 o viceversa, además del giro del primer cuerpo 2 con respecto al segundo cuerpo 3, o viceversa. Así, la posición del segundo cuerpo 3 a lo largo de la ranura 10 del primer cuerpo 2 queda parametrizada
25 por la variable y , mientras que la orientación del segundo cuerpo 3 con respecto al primer cuerpo 2 queda parametrizada por el ángulo \emptyset .

Cada uno de los actuadores lineales 5,6 tiene una barra de longitud variable conectada a ambos cuerpos 2,3. El primer actuador lineal 5 se conecta al
30 primer cuerpo 2 mediante una primera articulación de rotación $5'$ y al segundo cuerpo 3 mediante una segunda articulación de rotación $5''$. El segundo actuador lineal 6 se conecta al primer cuerpo 2 mediante una tercera

articulación de rotación 6' y al segundo cuerpo 3 mediante una cuarta articulación de rotación 6''. Las articulaciones de rotación 5',5'',6',6'' están dispuestas en los cuerpos 2,3 de tal forma que los actuadores lineales 5,6 quedan dispuestos cruzados entre sí, como se aprecia de forma clara en la
5 figura 1, lo que es esencial para la invención.

Así, esta disposición con los actuadores lineales 5,6 cruzados entre sí permite al robot 1 adoptar ocho posibles configuraciones o estados con sólo dos actuadores binarios, es decir el doble de los que podría adoptar con los
10 actuadores dispuestos sin cruzarse.

En cuanto a la parametrización de la posición del segundo cuerpo 3 con respecto al primer cuerpo 2, mediante los parámetros y , \emptyset , tal y como se puede observar en la figura 1, el primer cuerpo 2 tiene una primera articulación de rotación 5' y una tercera articulación de rotación 6' (también llamadas de tipo
15 bisagra), y el segundo cuerpo 3 tiene una segunda articulación de rotación 5'' y una cuarta articulación de rotación 6''. Las articulaciones 5' y 5'' van conectadas por tanto por medio del primer actuador lineal 5, es decir, por medio del primer actuador lineal 5 se puede controlar la distancia entre las articulaciones 5' y 5''. Igualmente, las articulaciones 6' y 6'' van conectadas por
20 medio del segundo actuador lineal 6, es decir, por medio del segundo actuador lineal 6 se puede controlar la distancia entre las articulaciones 6' y 6''. Además, como se aprecia en la figura 1, el segundo cuerpo 3 va articulado al primer cuerpo 2 mediante una articulación pasiva 4 de dos grados de libertad, que preferentemente es del tipo pasador-en-ranura. En este caso, la articulación
25 pasiva 4 está formada por una ranura 10 dispuesta en el primer cuerpo 2 y por un pasador 9 dispuesto en el segundo cuerpo 3, alineado con las articulaciones de rotación 5'',6'' dispuestas en el segundo cuerpo, y que se puede desplazar a lo largo de la ranura 10.

Según se observa en la figura 1, la recta r_1 pasa por la primera articulación de rotación 5' y por la tercera articulación de rotación 6', es decir pasa por las articulaciones de rotación dispuestas en el primer cuerpo 2. Además, la recta r_2

es una paralela a la recta r_1 que pasa por el pasador 9 del segundo cuerpo 3. Asimismo, la recta r_3 pasa por la segunda articulación de rotación 5'' y por la cuarta articulación de rotación 6'', es decir, pasa por las articulaciones dispuestas en el segundo cuerpo 3, y por el pasador 9 alineado con éstas.

5

Por tanto, tal y como se observa en la figura 1, el parámetro y es la distancia entre las rectas paralelas r_1 y r_2 , mientras que el parámetro \emptyset es el ángulo formado entre las rectas r_2 y r_3

10 De acuerdo con una realización particular de la invención, los actuadores lineales 5,6 pueden ser binarios, es decir, cada uno de ellos presenta sólo dos posiciones extremas, una de ellas con la barra completamente extendida (que equivaldría a la posición "1"), y la otra con la barra completamente retraída (que equivaldría a la posición "0").

15

Según una realización particular alternativa, los actuadores lineales 5,6 podrían ser continuos, es decir, además de las posiciones extremas de las barras, presentan un movimiento continuo con diferentes posiciones de la barra entre estas posiciones extremas.

20

El robot 1 presenta adicionalmente un controlador 7 conectado a los actuadores lineales 5,6, el cual controla el movimiento de éstos para proporcionar el movimiento deseado al robot 1.

25 Tanto el primer cuerpo 2 como el segundo cuerpo 3 tienen medios de adhesión temporal 8 al plano de desplazamiento del robot 1, que están conectados al controlador 7. Estos medios de adhesión temporal 8 fijan temporalmente uno de los cuerpos 2,3 al plano de desplazamiento mientras el otro cuerpo 3,2 se mueve accionado por los actuadores lineales 5,6. Posteriormente el cuerpo 2,3
30 que estaba fijo es liberado para que pueda ser accionado por los actuadores lineales 5,6, mientras fijan el otro 3,2 al plano. De esta forma se consigue el movimiento del robot 1 a lo largo de multitud de posiciones del plano, con sólo

dos actuadores lineales 5,6. De acuerdo con diferentes realizaciones particulares de la invención, estos medios de adhesión temporal 8 pueden estar realizados mediante imanes, o ventosas, accionados por el controlador 7.

5 A continuación, se describe un ejemplo de desplazamiento de un robot 1 objeto de la presente invención, en la que para simplificar, los dos actuadores lineales 5,6 son binarios, es decir, sólo presentan dos posiciones, una de ellas en la que el pistón del cilindro está totalmente retraído (posición "0" del actuador) y la
10 otra en la que el pistón del cilindro está totalmente extendido (posición "1" del actuador).

De acuerdo con lo anterior, el robot 1 se desplaza a lo largo de multitud de posiciones en el plano mediante una sucesión de ciclos de movimiento, donde cada ciclo de movimiento tiene una secuencia de movimientos que parte del
15 primer cuerpo 2 fijado y el segundo 3 cuerpo libre, se mueve el segundo cuerpo 3, se fija dicho segundo cuerpo 3, se libera el primer cuerpo 2, se mueve el primer cuerpo 2, se fija el primer cuerpo 2 y se libera el segundo cuerpo 3, y se vuelve a empezar con un nuevo ciclo de movimiento.

20 Por tanto, para avanzar por un plano, el robot 1 mostrado en la figura 1 realiza repetidamente el siguiente ciclo: tal y como se observa en la figura 2a, primero se fija el primer cuerpo 2 al plano y, a continuación, extienden o retraen el primer y segundo actuador lineal 5,6 para mover el segundo cuerpo 3 en el plano, alcanzando éste una nueva posición y orientación, tal y como se observa
25 en la figura 2b, que dependerá de cómo se extiendan o retraigan los actuadores 5,6. Una vez el segundo cuerpo 3 ha alcanzado la nueva posición y orientación, se fija éste al plano y se libera el primer cuerpo 2 del plano, según se ve en la figura 2c. Variando nuevamente la longitud de los actuadores 5,6, se logra ahora que el primer cuerpo 2 alcance una nueva posición y
30 orientación, como se observa en la figura 2d, completando así un ciclo de movimiento. Repitiendo este ciclo, se logra el avance del robot 1 a lo largo del plano.

Podría pensarse que, por disponer solo de dos actuadores lineales binarios 5,6, el robot 1 propuesto de la figura 1 únicamente podría alcanzar cuatro estados distintos, correspondientes a las cuatro posibles combinaciones que pueden tener sus dos actuadores binarios 5,6, según éstos estén retraídos (posición “0” del actuador) o extendidos (posición “1” del actuador). Estos cuatro estados serían: “00”, “01”, “10” y “11”.

La figura 3 muestra el espacio de actuación del mecanismo, donde cada uno de los ejes representa la longitud de uno de los actuadores binarios 5,6. En dicha representación se muestran las cuatro combinaciones binarias antes mencionadas.

Sin embargo, en el robot 1 propuesto, cada una de las combinaciones posibles de sus actuadores binarios 5,6 se corresponde con dos posibles estados U,V del robot 1, dependiendo de la posición relativa que mantienen entre sí los cuerpos 2,3. Es decir, para cada una de las cuatro combinaciones anteriores, existen dos posibles alternativas o estados U,V. Por tanto, finalmente quedarían ocho posiciones dependiendo de la posición y orientación relativa de los cuerpos 2,3 (definida por los parámetros y , \emptyset), alcanzada en función de la secuencia de actuación de los actuadores binarios 5,6. Es decir, dependiendo del orden en el que se retraigan y/o extiendan los actuadores 5,6, el robot 1 acabará llegando a una configuración u otra.

La figura 4 muestra el espacio de configuración de este mecanismo, donde uno de los ejes representa el parámetro \emptyset y el otro eje representa el parámetro y . En dicha representación se muestran los ocho estados posibles del robot 1 (dos estados U,V por cada combinación de las longitudes binarias de los actuadores binarios 5,6 de la figura 3). Como se ha indicado anteriormente, cada estado U ó V para cada combinación de las longitudes binarias de los actuadores binarios 5,6 depende de la posición y orientación relativa de los cuerpos 2,3 (definida por los parámetros y , \emptyset), alcanzada en función de la

secuencia de actuación de los actuadores binarios 5,6. Es decir, dependiendo del orden en el que se retraigan y/o extiendan los actuadores 5,6, el robot 1 acabará llegando a una configuración u otra.

5 Estas posiciones son:

“00U” (primer actuador retraído, segundo actuador retraído, estado U)

“00V” (primer actuador retraído, segundo actuador retraído, estado V)

“01U” (primer actuador retraído, segundo actuador extendido, estado U)

10 “01V” (primer actuador retraído, segundo actuador extendido, estado V)

“10U” (primer actuador extendido, segundo actuador retraído, estado U)

“10V” (primer actuador extendido, segundo actuador retraído, estado V)

“11U” (primer actuador extendido, segundo actuador extendido, estado U)

“11V” (primer actuador extendido, segundo actuador extendido, estado V)

15

Por tanto, dado que cada combinación binaria de los actuadores binarios 5,6 genera dos posibles estados U,V para el robot 1, el estado o configuración que éste adopte no será función únicamente de sus actuadores binarios 5,6 (es decir, de si están extendidos o retraídos), sino que también dependerá de la

20 posición relativa entre el primer cuerpo 2 y el segundo cuerpo 3, lo cual a su vez depende de cuál sea la secuencia de actuación de los actuadores 5,6 que se siga. Es decir, dependiendo del orden en el que se retraigan y/o extiendan los actuadores 5,6, el robot 1 acabará llegando a una configuración u otra.

25 Por ejemplo, considerando la figura 4, suponiendo que el robot 1 parte del estado 11U, donde ambos actuadores 5,6 están extendidos, se desea pasar a una posición 10 (primer actuador 5 extendido, segundo actuador 6 retraído). Dependiendo de cuál sea la secuencia de actuación, el estado final del robot 1 será uno u otro de los siguientes:

30

- Si se sigue la secuencia de actuación del 11 al 10 directamente (camino C en la figura 3), retrayendo únicamente el segundo actuador 6 directamente, entonces el robot 1 terminará en el estado 10U mostrado en la figura 4.
- 5 • Siguiendo la secuencia de actuación del 11 al 01, después al 00, y después al 10 (camino D en la figura 3), es decir retrayendo primero el primer actuador 5, después el segundo actuador 6, y por último extendiendo el primer actuador 5, el robot 1 terminará en el estado 10V mostrado en la figura 4.
- 10 De esta forma, aunque el robot 1 solo tiene dos actuadores lineales binarios 5,6, éste puede alcanzar ocho estados distintos (y no solo cuatro), y el estado al que llegue dependerá de la secuencia de actuación concreta que se siga para extender o retraer dichos actuadores lineales binarios 5,6. Siguiendo la
- 15 secuencia apropiada, de manera similar al ejemplo anterior, el robot 1 podría realizar transiciones entre dos estados cualesquiera, de entre los ocho estados posibles de la figura 4. La clave de estas transiciones es que, al realizar cualquier trayectoria cerrada en el espacio de actuación de la figura 3, se está envolviendo una configuración singular especial, que es el punto * en la figura 3, que intercambia dos estados distintos que tienen la misma combinación de
- 20 variables binarias. Este punto * es una singularidad especial de este mecanismo. Es un punto situado en el interior del cuadrado 01-11-10-00 de la Figura 3. Si las longitudes de los actuadores 5,6 se situaran sobre ese punto, las rectas r_1 y r_3 quedarían coincidentes. Si el robot 1 actúa de forma binaria (actuadores 5,6 totalmente extendidos o retraídos), ese punto * nunca podrá
- 25 alcanzarse, pero sí rodearse, produciéndose la alternancia de soluciones tal y como se ha descrito. Aprovechando sus ocho estados posibles, el robot 1 dispone de una enorme libertad de movimiento para explorar el plano pese a tener solo dos actuadores lineales binarios 5,6, como ilustra la figura 5, que muestra el robot 1 a escala sobre su espacio de trabajo, formado por el
- 30 conjunto de posiciones (nube de puntos) que podría alcanzar el robot (el centro del primer cuerpo 2) tras una secuencia de tres ciclos completos (un ciclo completo se corresponde con la secuencia mostrada entre las figuras 2a-2d,

como se ha explicado anteriormente). Como demuestra la figura 5, pese a tener solo dos actuadores lineales binarios 5,6, el espacio de trabajo del robot propuesto (que está formado por un conjunto discreto de puntos) es capaz de poblar de forma muy densa el plano por el que se mueve, lo que denota una gran maniobrabilidad.

Aunque el planteamiento se ha realizado con actuadores binarios (para lograr un control más sencillo), los actuadores lineales 5,6 también podrían ser continuos, es decir, además de las posiciones extremas de las barras (totalmente extendido y totalmente retraído), presentan un movimiento continuo con diferentes posiciones de la barra entre estas posiciones extremas. Esto es así porque la actuación binaria es un caso particular de la actuación continua.

REIVINDICACIONES

1. Robot móvil desplazable en un plano, caracterizado por que comprende
- un primer cuerpo (2) y un segundo cuerpo (3), ambos conectados entre
- 5 sí mediante
- una articulación pasiva (4) de dos grados de libertad, y por
 - un primer actuador lineal (5) y un segundo actuador lineal (6),
- comprendiendo cada uno de los actuadores lineales (5,6) una barra de longitud
- 10 variable conectada a ambos cuerpos (2,3) mediante articulaciones de rotación (5',5'',6',6'') dispuestas en el primer cuerpo (2) y el segundo cuerpo (3) de tal forma que los actuadores lineales (5,6) quedan cruzados entre sí,
- un controlador (7) conectado a los actuadores lineales (5,6),
 - comprendiendo los cuerpos (2,3) medios de adhesión temporal (8) al
- plano de desplazamiento del robot (1) conectados al controlador (7).
- 15
2. Robot móvil desplazable en un plano, según la reivindicación 1, en el que la articulación pasiva (4) de dos grados de libertad es del tipo pasador-en-ranura.
- 20
3. Robot móvil desplazable en un plano, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los actuadores lineales (5,6) son binarios.
4. Robot móvil desplazable en un plano, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que los actuadores lineales (5,6) tienen posiciones
- 25 de parada intermedias entre sus extremos.
5. Robot móvil desplazable en un plano, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de adhesión temporal (8) comprenden elementos seleccionados entre imanes y ventosas.

30

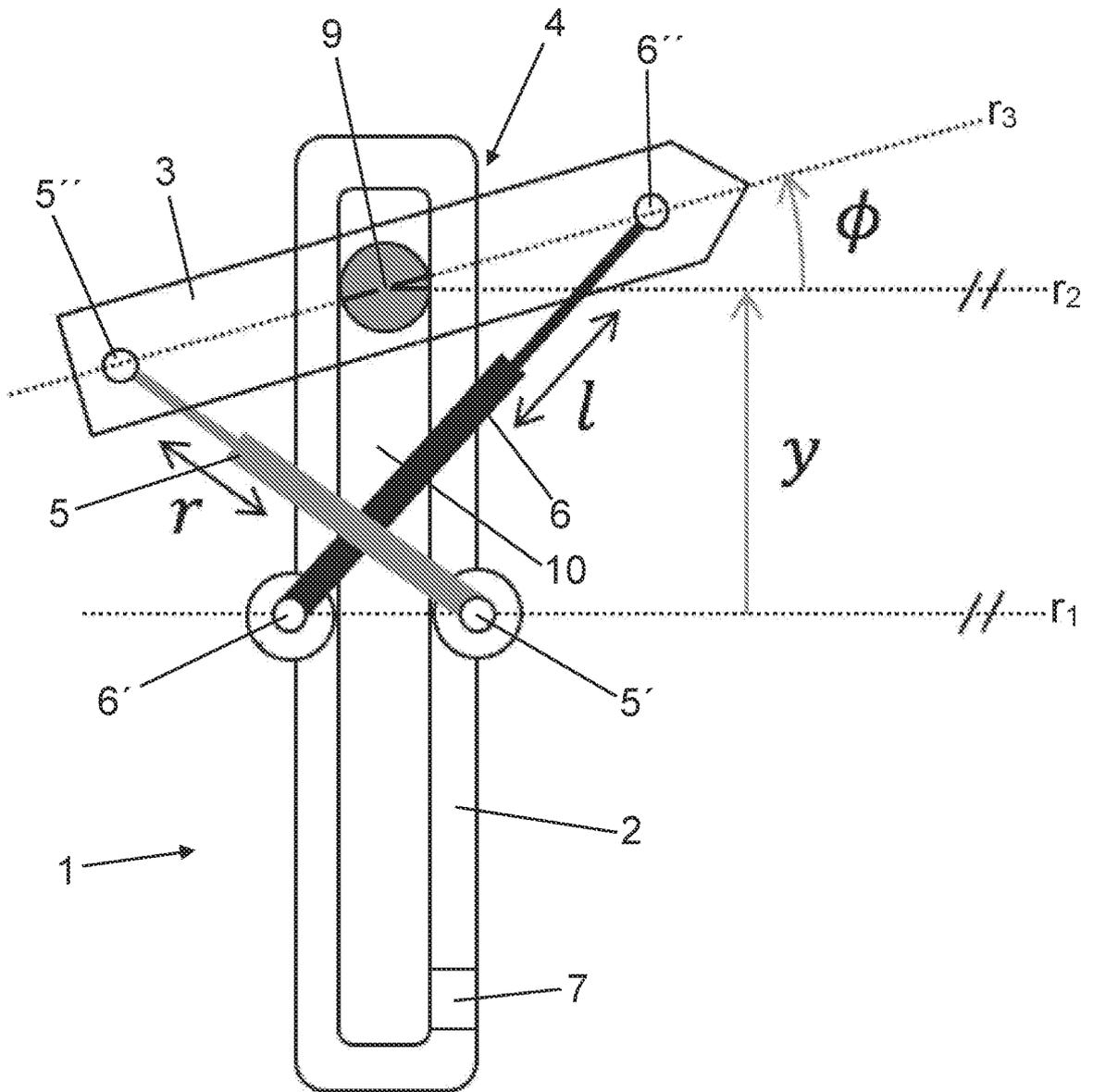


Fig. 1

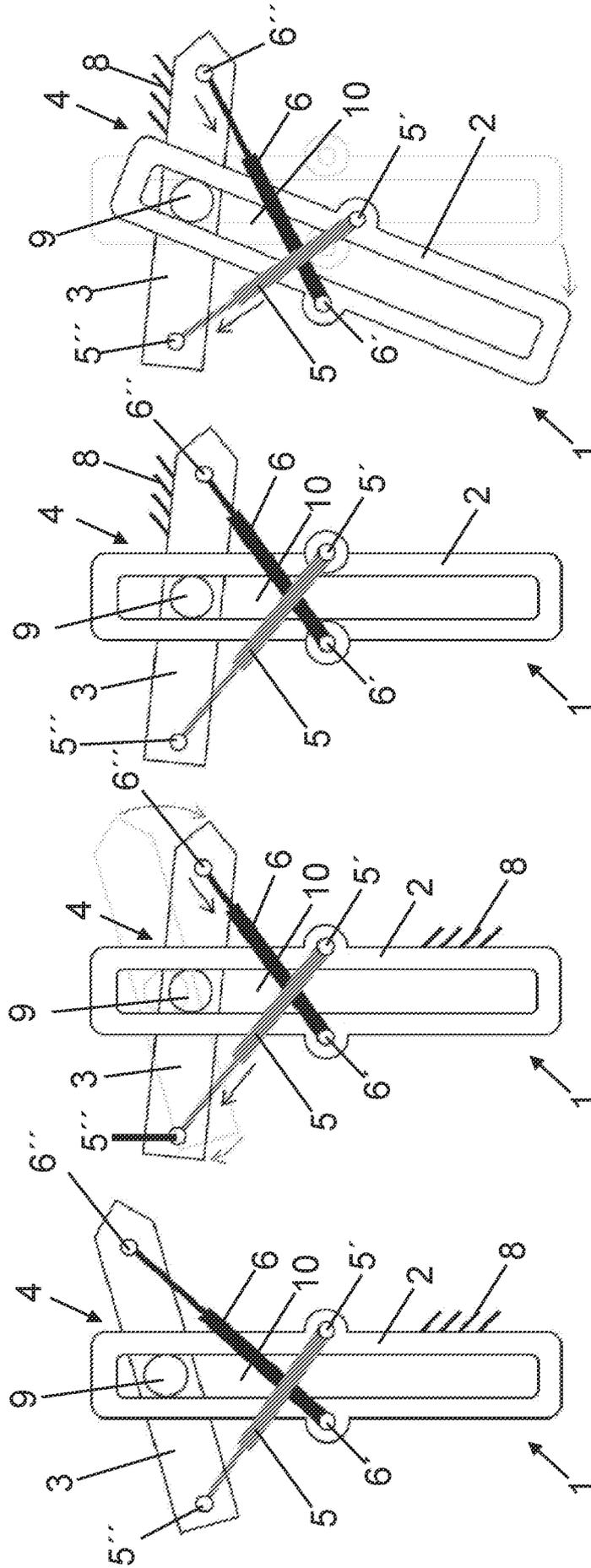


Fig. 2d

Fig. 2c

Fig. 2b

Fig. 2a

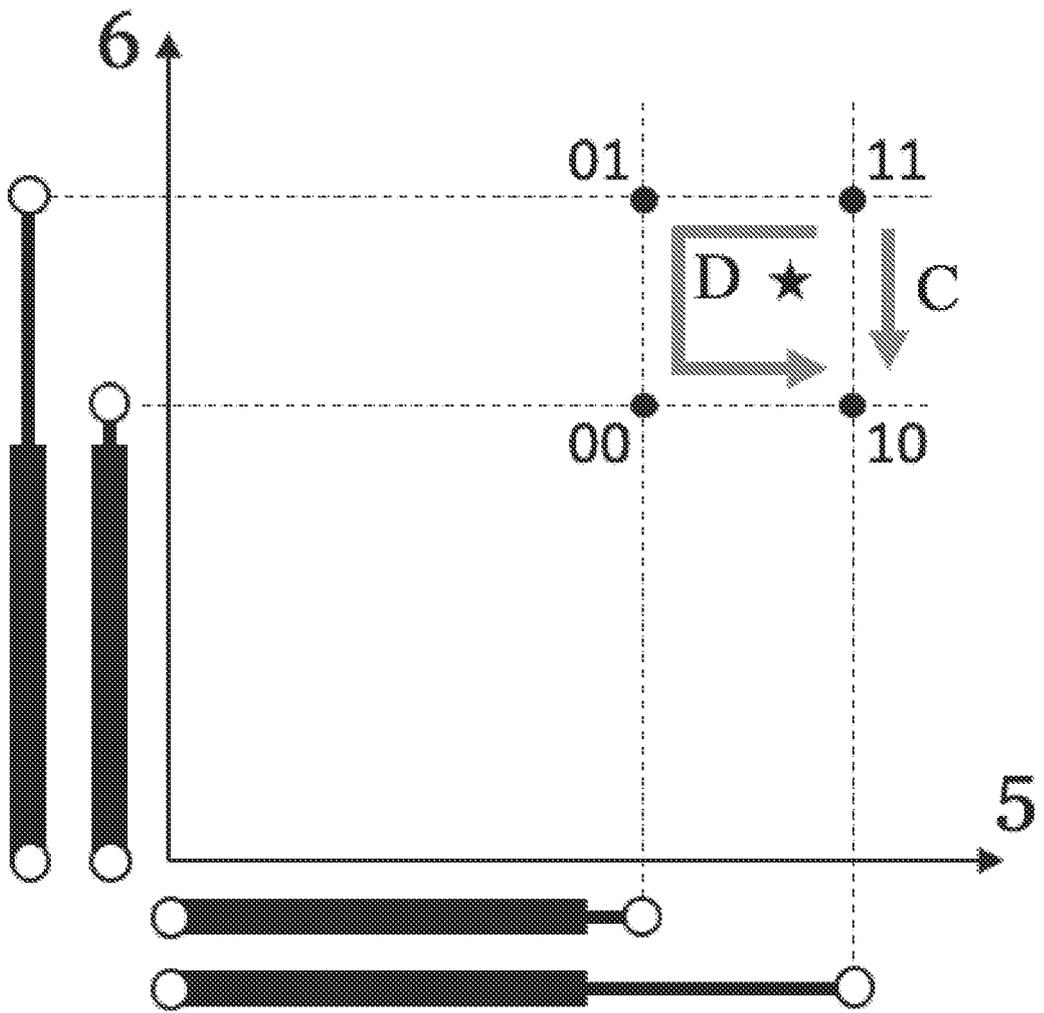


Fig. 3

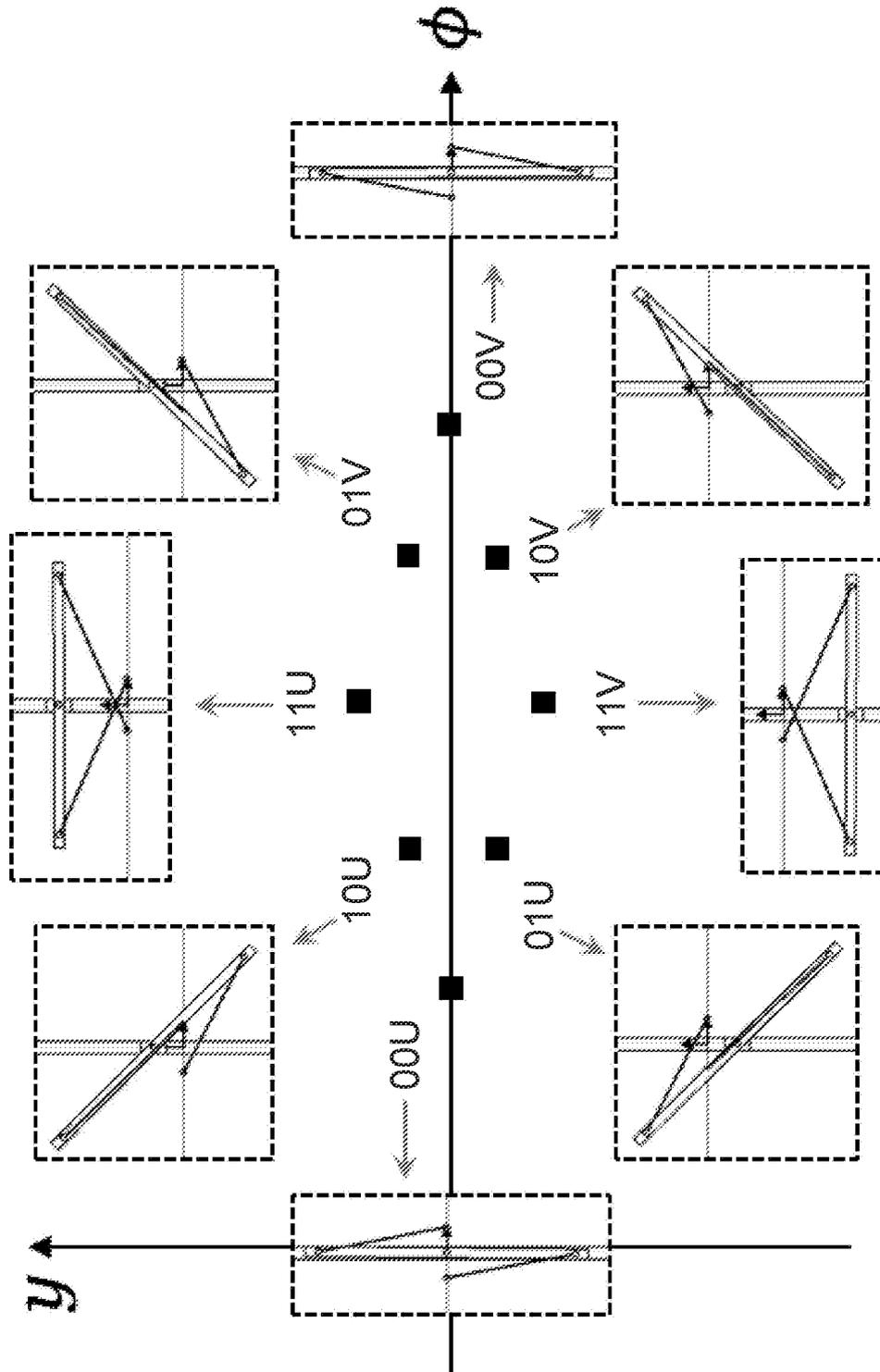


Fig. 4

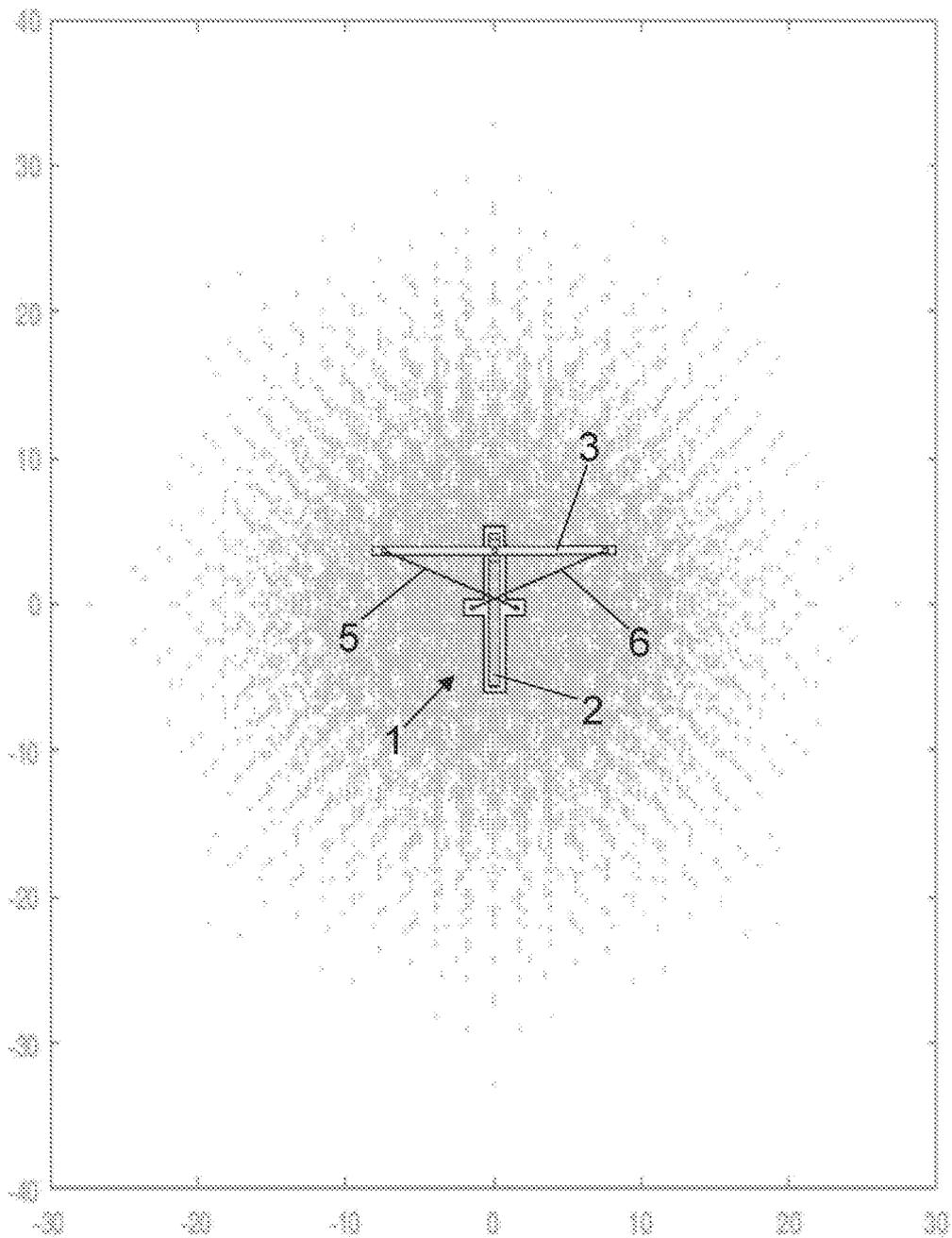


Fig. 5

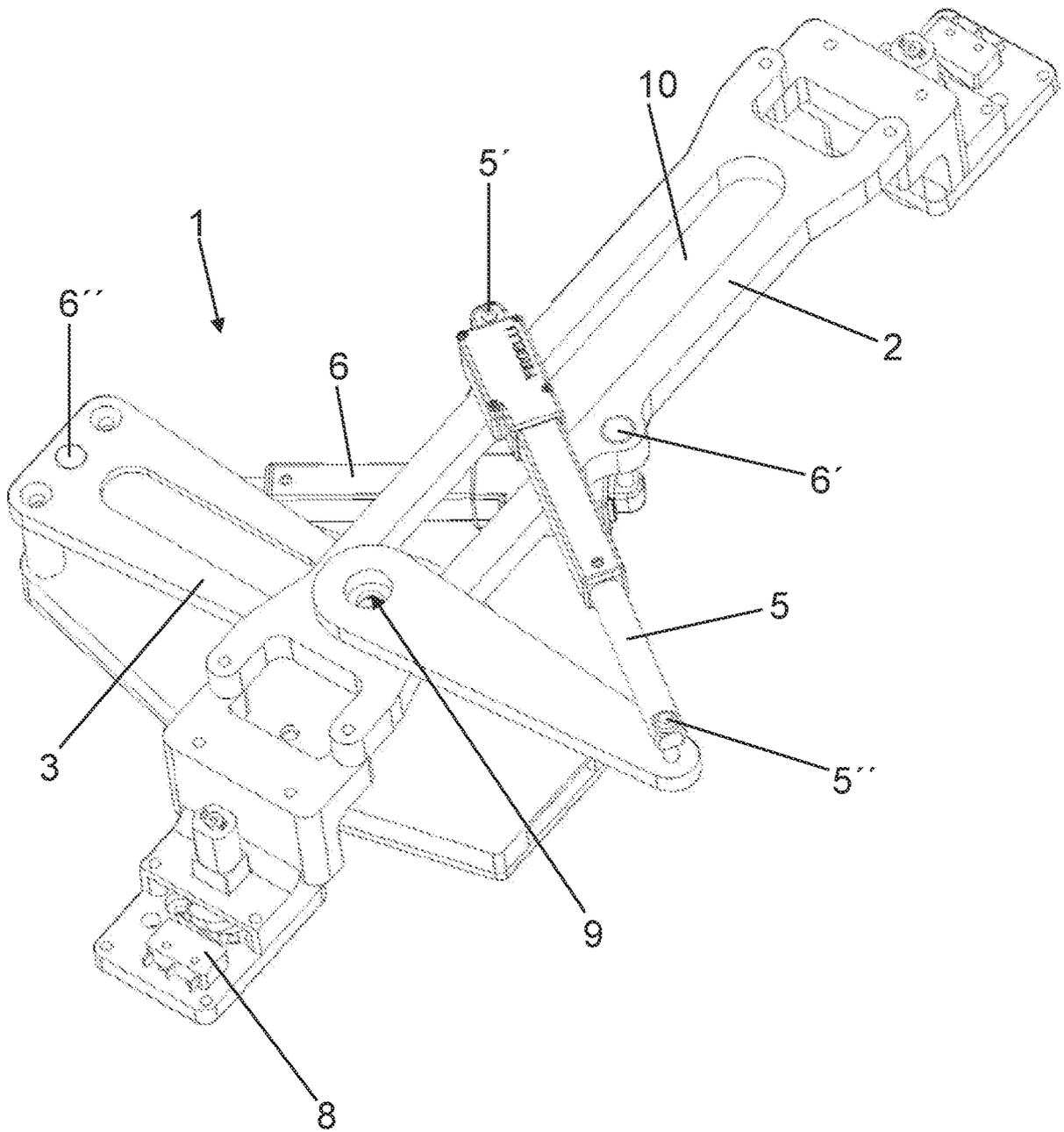


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2021/070186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PEIDRO ADRIAN et al.. Kinematic analysis and simulation of a hybrid biped climbing robot. 2015 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (icinco), 20150721 Scitepress., 21/07/2015, Vol. 2, pages 24 - 34, <DOI: 10.5220/0005515800240034> (the whole document)	1 - 5
A	US 4897015 A (ABBE ROBERT C ET AL.) 30/01/1990, (column 3, line 66 to column 8, line 46; Figures)	1 - 5
A	US 6132165 A (CARDUCCI JIM) 17/10/2000, (column 2, line 28 to column 3, line 52; Figures)	1 - 5
A	KR 20160029162 A (KOREA IND TECH INST) 15/03/2016, (the whole document)	1 - 5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search
13/05/2021

Date of mailing of the international search report
(17/05/2021)

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: 91 349 53 04

Authorized officer
J. Hernandez Torrego

Telephone No. 91 3498480

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2021/070186

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR20160029162 A	15.03.2016	KR101627138B B1	07.06.2016
-----	-----	-----	-----
US4897015 A	30.01.1990	NONE	
-----	-----	-----	-----
US6132165 A	17.10.2000	WO9942256 A1	26.08.1999
		TW397747B B	11.07.2000
		JP2002503561 A	05.02.2002
		EP1058602 A1	13.12.2000
-----	-----	-----	-----

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J9/10 (2006.01)

B25J1/02 (2006.01)

B25J1/08 (2006.01)

B25J17/02 (2006.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2021/070186

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver Hoja Adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
B25J

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	PEIDRO ADRIAN et al.. Kinematic analysis and simulation of a hybrid biped climbing robot. 2015 12th International Conference on Informatics in Control, Automation And Robotics (icinco), 20150721 Scitepress., 21/07/2015, Vol. 2, páginas 24 - 34, <DOI: 10.5220/0005515800240034> (Todo el documento)	1 - 5
A	US 4897015 A (ABBE ROBERT C ET AL.) 30/01/1990, (Columna 3, Línea 66 a Columna 8, Línea 46; Figuras)	1 - 5
A	US 6132165 A (CARDUCCI JIM) 17/10/2000, (Columna 2, Línea 28 a Columna 3, Línea 52; Figuras)	1 - 5
A	KR 20160029162 A (KOREA IND TECH INST) 15/03/2016, (Todo el documento)	1 - 5

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
13/05/2021

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
17 de mayo de 2021 (17/05/2021)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado
J. Hernandez Torrego
Nº de teléfono 91 3498480

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/ES2021/070186

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
KR20160029162 A	15.03.2016	KR101627138B B1	07.06.2016
-----	-----	-----	-----
US4897015 A	30.01.1990	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
US6132165 A	17.10.2000	WO9942256 A1	26.08.1999
		TW397747B B	11.07.2000
		JP2002503561 A	05.02.2002
		EP1058602 A1	13.12.2000
-----	-----	-----	-----

CLASIFICACIONES DE INVENCION

B25J9/10 (2006.01)

B25J1/02 (2006.01)

B25J1/08 (2006.01)

B25J17/02 (2006.01)