

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 823 073**

21 Número de solicitud: 201930960

51 Int. Cl.:

G01N 23/18 (2008.01)
B64C 25/32 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
B25J 11/00 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01)
F17D 5/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.11.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.05.2021

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

28.10.2021

Fecha de concesión:

31.03.2022

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.04.2022

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE SEVILLA (100.0%)
Paseo de las Delicias S/N Pabellón de Brasil
41013 Sevilla (Sevilla) ES

72 Inventor/es:

SÁNCHEZ CUEVAS, Pedro;
ROMERO SUÁREZ, Javier;
HEREDIA BENOT, Guillermo;
OLLERO BATURONE, Aníbal;
GRAU MORGADO, Pedro ;
LÓPEZ LORA, Abraham y
VEGA GARCÍA, Víctor

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **TREN DE ATERRIZAJE ACOPLABLE A UNA ESTRUCTURA DE UN DRON**

57 Resumen:

Tren de aterrizaje, acoplable a una superficie inferior de un dron (3), para posicionar sensores sobre una tubería para inspección, que comprende al menos dos mecanismos de pinza (1), acoplables a la superficie inferior del dron (3), cada uno con una estructura de acoplamiento (4) conectada con un cuerpo central (5); dos brazos (6) laterales, que pueden pivotar alrededor de un extremo interior unido al cuerpo central (5), y que comprenden ruedas omnidireccionales (7), acopladas a su cara interna; un primer actuador (9), que mueve los brazos (6); y un mecanismo de rueda tractora (2) orientable, acoplado a la zona central de la superficie inferior del dron (3), mediante una plataforma fija (10), alrededor de la que gira una plataforma móvil (11), mediante un segundo actuador (12); con una rueda tractora (13), unida a la plataforma móvil (11) mediante una primera suspensión (14) articulada, accionada por un tercer actuador (15).

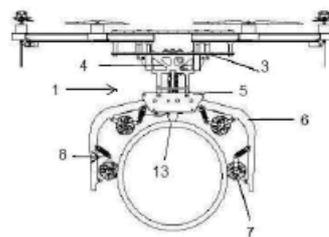


FIG. 13

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 823 073 B2

DESCRIPCIÓN

TREN DE ATERRIZAJE ACOPLABLE A UNA ESTRUCTURA DE UN DRON

5 OBJETO DE LA INVENCION.

La invención se encuadra dentro del marco técnico de los sistemas aéreos no tripulados y de la inspección de tuberías industriales.

10 La presente invención se refiere a un tren de aterrizaje acoplable a un sistema aéreo no tripulado VTOL para dotarlo de la capacidad de aterrizar y desplazarse sobre y a lo largo de tuberías de distinto diámetro y material.

Un objeto de la presente invención es proveer un tren de aterrizaje que permita a un
15 vehículo aéreo posicionar sensores en distintos puntos de la superficie externa de tuberías para llevar a cabo tareas de inspección.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 Las tuberías industriales sufren procesos de degradación en forma de pérdida de material y picaduras por erosión, cavitación, corrosión y fatiga. Existen métodos de inspección no destructivos que permiten medir el espesor de las paredes de los conductos, siendo de especial interés por su precisión e inmediatez la inspección mediante ultrasonidos (UT). Con esta técnica se debe posicionar una sonda
25 piezoeléctrica o una sonda EMAT directamente sobre la superficie interna o externa del punto de la pared a inspeccionar.

Actualmente, para el posicionamiento de los sensores en las tareas de inspección, se
30 recurre a robots especializados, debido a las numerosas ventajas que presentan frente al acceso manual: rapidez y capacidad de acceso, flexibilidad, precisión, seguridad y economía.

El mayor desarrollo se ha producido en robots destinados a la inspección interna de
tuberías. De hecho, el método más extendido de inspección es la inspección por
35 raspado (pigging) inteligente, que hace uso de dispositivos cargados de sensores que navegan por el interior de los conductos arrastrados por el propio fluido de la tubería.

Para tuberías donde la inspección por raspado no es practicable debido a sus limitaciones, se ha desarrollado una amplia variedad de robots con distintos sistemas de locomoción: ruedas tractoras, orugas, eyección de gas, o mediante mecanismos de anclado y empuje (imitando el movimiento de un gusano). Se encuentran numerosas soluciones comerciales que se aplican activamente. El Pipetel Explorer utiliza ruedas tractoras ajustadas a presión contra la pared del conducto. El Rodis de Diakont dispone de tres orugas que se apoyan en tres puntos distintos de la circunferencia interior de la tubería. El Balboa Viper se propulsa mediante aire comprimido o nitrógeno.

10

Sin embargo, existen ciertos inconvenientes. En robots operados por cable es necesario vaciar la tubería y el alcance es limitado por la longitud del cordón. Aquellos que operan sin cable, necesitan puntos especiales de lanzamiento y recogida, no aportan datos en tiempo real y corren el riesgo de quedar atrapados.

15

En refinerías y plantas nucleares resulta de interés la utilización de robots de inspección externa, puesto que no sufren de los problemas anteriormente mencionados. Actualmente, hay desarrolladas dos tipologías principales de robots para inspección externa. Existen soluciones comerciales, como el Scorpion 2 de Silverwing, que utilizan ruedas u orugas magnéticas para desplazarse por la superficie de las tuberías. Son capaces de avanzar en horizontal, en vertical y atravesar curvas, pero en general no pueden superar obstáculos y están limitados a tuberías metálicas.

20

El principal sistema de locomoción alternativo consiste en una estructura anular dotada de ruedas o cadenas tractoras que obtienen su adherencia de la presión que ejerce el anillo cuando se cierra en torno a la pared del conducto. El Crawler de IMG Ultrasoni o el Versatrax Microclimber de Inuktun, son ejemplos. Suelen estar limitados a tramos rectos.

25

Los robots aéreos o drones presentan ventajas en accesibilidad y rapidez para la inspección de tuberías. Drones equipados con sensores se han utilizado para la detección de fugas e inspección de tuberías en gasoductos y oleoductos y también para la inspección de tuberías en plantas industriales, donde siempre se hace la inspección a distancia utilizando cámaras.

35

Para medir el espesor de las tuberías para prevenir las fugas es necesario que estos drones tengan la capacidad de realizar inspección por contacto mediante ultrasonidos, y para ello es necesario que el dron aterrice, se fije y se desplace sobre la tubería. Existen algunos dispositivos que permiten adaptar el tren de aterrizaje de un dron a
5 terrenos irregulares para no volcar en el aterrizaje, pero no permiten desplegar un dron VTOL sobre una tubería.

El documento WO2019144227 divulga un aparato rastreador de tubos que incluye una o más ruedas motrices capaces de moverse a lo largo y alrededor de una tubería, y uno
10 o más instrumentos acoplados a las ruedas motrices. Los instrumentos incluyen instrumentos sensores e instrumentos de mantenimiento. El rastreador de tubos incluye un mecanismo de retención que retiene las ruedas motrices contra la superficie exterior de la tubería. El mecanismo de retención proporciona posiciones ajustables para las ruedas motrices. El aparato incluye un controlador para mover las ruedas motrices y
15 operar los instrumentos. Sin embargo, el aparato es complejo y costoso debido a que el movimiento sobre la tubería se basa en un mecanismo de ruedas motrices que es complicado de adaptar a las tuberías y sus irregularidades. Además no es posible usarlo como tren de aterrizaje de un dron.

20 El documento RU2707644, publicado con posterioridad a la fecha de solicitud de la presente invención, divulga un robot para el diagnóstico automático y automatizado de objetos como gasoductos y oleoductos. El robot tiene una plataforma principal móvil con ruedas laterales conectadas a través de un controlador para activar una unidad con tracción en las ruedas motrices. También comprende una cámara de video, una unidad
25 de iluminación, un detector de gas y un panel de control universal del robot. Además, el robot está equipado con una plataforma aerodinámica con ruedas de apoyo y una hélice con estabilización horizontal a la izquierda, y otra a la derecha, así como, un controlador de los propulsores. El uso de ruedas laterales motrices hace complejo el sistema y dificulta su implementación en el guiado del robot sobre la tubería.

30

El documento CN110614623, publicado con posterioridad a la fecha de solicitud de la presente invención, divulga un robot de detección de tuberías de radio variable autoadaptativo que comprende un mecanismo de accionamiento, un bastidor principal, un mecanismo de amortiguación, un sistema de detección y un sistema de control. El
35 mecanismo de accionamiento utiliza cuatro motores fuera del eje para impulsar de forma independiente cuatro ruedas. Mediante movimientos diferenciales permite movimientos

de rotación y similares, y realiza un patrullaje en todas direcciones de una tubería. El mecanismo de amortiguación está equipado con un amortiguador de resorte, para permitir al robot continuar cuando encuentra una protuberancia debida a una conexión entre tuberías, poniéndose a horcajadas sobre dicha protuberancia para cruzarla.

5 Seguidamente, el robot recupera su tamaño original bajo la acción del resorte para seguir avanzando. Este robot permite realizar un ajuste automático según el radio de la superficie exterior de la tubería, sin la necesidad de una fuente de energía externa y reduciendo la complejidad de la estructura. Esta solución también resulta compleja y costosa debido a su mecanismo de amortiguación con resorte y a la implementación de

10 tracción en dicho mecanismo, lo cual permite adaptarse a las irregularidades pero complica su uso y mantenimiento. Además no es posible usarlo como tren de aterrizaje de un dron.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

15 La presente invención describe un tren de aterrizaje con capacidad para desplegar sobre la superficie externa de tuberías industriales de diversos tamaños y materiales, un dron VTOL dotado con sensores destinado a efectuar tareas de inspección en puntos que no son accesibles mediante los robots para inspección externa habituales.

20 Específicamente, el tren de aterrizaje está destinado a la realización de tareas de inspección externa de tuberías industriales por ultrasonidos mediante un dron VTOL dotado con sensores, que pueden ser de tipo EMAT, de modo que el dron se posiciona encima de la tubería a inspeccionar.

25 A diferencia de los sistemas para inspección externa basados en anillos, este tren de aterrizaje se acopla a un dron capaz de acceder volando a puntos de las tuberías a los que no pueden acceder los robots de inspección externa por la presencia de obstáculos en el recorrido sobre la tubería. El sistema de fijación del tren de aterrizaje de la

30 invención, con forma de pinza, al contrario del anillo, puede abrirse y cerrarse permitiendo el acople y desacople remoto.

El tren de aterrizaje, está por tanto destinado a acoplarse a la estructura de un dron VTOL (de aterrizaje y despegue vertical) y comprende elementos que se acoplan a una

35 superficie inferior de un dron VTOL, en particular, al menos dos mecanismos de pinza, preferiblemente, uno situado en una zona frontal y otro en una zona trasera, y un

mecanismo de rueda tractora orientable situado en la zona central de la superficie inferior del dron.

5 El mecanismo de pinza comprende una estructura de acoplamiento al dron, para ser acoplada a la superficie inferior del dron, un cuerpo central; dos brazos laterales, que preferentemente tienen forma de L, y un primer actuador que conduce el movimiento de los brazos.

10 El cuerpo central se conecta a la estructura de acoplamiento del dron y aloja el primer actuador. Los brazos laterales comprenden una cara interna y un extremo interior, y están unidos al cuerpo de la pinza, de modo que pueden pivotar alrededor de dicho extremo interior. De esta forma, el primer actuador puede conducir el movimiento de los brazos, haciendo que éstos pivoten en torno a su extremo interior, resultando en un movimiento de apertura y cierre de la pinza.

15 Los brazos además comprenden ruedas omnidireccionales que se acoplan a la cara interna de dichos brazos, de modo que una vez que el mecanismo de pinza se acopla a una tubería, las ruedas omnidireccionales quedan en contacto con dicha tubería.

20 Los brazos pueden pivotar en torno a su extremo interior haciendo uso de un par de vástagos laterales, que comprende el cuerpo central. Para ello, los brazos pueden tener en su extremo interior agujeros pasantes, de modo que los vástagos laterales pasan a través de dichos agujeros pasantes.

25 Preferentemente, los mecanismos de pinza comprenden un tren de engranajes, para permitir el movimiento de los brazos. El tren de engranajes a su vez puede comprender a su salida un primer y un segundo engranaje que giran a la misma velocidad y en sentidos opuestos con el fin de permitir el cierre de la pinza. Asimismo, los brazos pueden tener en su extremo interior una cremallera semicircular concéntrica al agujero pasante, para engranar en el tren de engranajes del cuerpo de la pinza.

30 Por otro lado, el cuerpo central, preferiblemente está formado por dos paneles complementarios separados mediante separadores tubulares, de modo que se garantiza la separación idónea entre los paneles complementarios para permitir la rotación de los brazos.

En la pared interna de cada brazo, se pueden acoplar las ruedas omnidireccionales mediante una segunda suspensión articulada. Estas ruedas omnidireccionales son el elemento que contacta con la pared externa de la tubería cuando cierra la pinza en torno a la misma, permitiendo el desplazamiento sin deslizar en la dirección longitudinal de la tubería y en la dirección circunferencial.

La segunda suspensión articulada, de forma preferente, comprende una primera horquilla, una segunda horquilla y un segundo amortiguador. Así, la primera horquilla y la segunda horquilla, se unen entre sí y a la rueda omnidireccional por su parte abierta, haciendo uso de un eje pasante para la rueda omnidireccional.

Por su parte, el segundo amortiguador, comprende dos vástagos, un primer vástago y un segundo vástago, de modo que el primer vástago está unido a la cara interna del brazo.

La parte cerrada de la primera horquilla se une con la cara interna del brazo y la parte cerrada de la segunda horquilla se une al segundo vástago del segundo amortiguador.

El mecanismo de rueda tractora orientable comprende una plataforma fija que se acopla a la superficie inferior del dron, una plataforma móvil, que gira con respecto a la plataforma fija por medio de un segundo actuador, una rueda tractora, unida a la plataforma móvil y un tercer actuador, que conduce el movimiento de la rueda tractora.

La plataforma fija, preferentemente comprende un hueco circular en su interior, cuya pared interna presenta una cremallera circular y, en su borde superior, tiene un bisel que puede alojar un conjunto de bolas de rodamiento.

La plataforma móvil por su parte puede estar formada por un panel superior y panel inferior, preferentemente circulares, que se cierran a presión sobre la parte superior e inferior del hueco central de la plataforma fija y se apoyan sobre las bolas de rodamiento para girar en torno al eje vertical respecto de la plataforma fija.

El segundo actuador está unido a la plataforma móvil y comprende un piñón central que engrana en la cremallera circular de la plataforma fija, permitiendo controlar la orientación de la plataforma móvil.

La rueda tractora se une a la plataforma móvil mediante una primera suspensión articulada que aloja el tercer actuador y puede comprender un panel rígido, un segundo soporte y un primer amortiguador, que comprende dos vástagos.

- 5 El panel rígido se conecta con el panel inferior de la plataforma móvil, mediante un primer soporte, con un primer vástago del amortiguador y con el soporte.

El soporte se conecta con la zona inferior del panel rígido y se une a un segundo vástago del amortiguador y a la rueda tractora. Además, el soporte aloja el tercer actuador, que se conecta lateralmente a dicho soporte y a la rueda tractora, para producir su movimiento.

10

La primera suspensión articulada de la rueda tractora está dimensionada de forma que cuando los mecanismos de pinza del dron se cierran en torno a la tubería, la rueda tractora queda presionada contra la pared externa del tubo, generando tracción cuando es conducida por su el tercer actuador.

15

La plataforma móvil permite orientar la rueda tractora en la dirección longitudinal o transversal del tubo. Con la rueda tractora orientada en la dirección transversal, la tracción ayuda a estabilizar el balanceo del dron VTOL. Con la rueda tractora orientada en la longitud longitudinal, la tracción desplaza el dron a lo largo de la tubería. En el movimiento de avance, el balanceo del dron es estabilizado exclusivamente por el sistema de propulsión del dron VTOL.

20

En el caso de una operación de inspección mediante un dron VTOL bajo el control remoto de un piloto, la emisora del piloto y el sistema de recepción del dron cuentan con cuatro canales adicionales para controlar los actuadores de los mecanismos de pinza y de rueda tractora. Los mecanismos de pinza y el mecanismo de rueda tractora se acoplan a la superficie inferior del dron y se conectan los actuadores a sus respectivos canales del receptor del dron.

25

30

La operación se inicia con el dron en tierra, apoyado sobre las puntas de los brazos, con los mecanismos de pinza en una posición abierta, y con la rueda tractora orientada en la dirección perpendicular a la de avance del dron. El piloto despegar y posiciona el dron estacionario en la vertical de en un punto de la tubería próximo al de inspección. El piloto dirige un descenso vertical a baja velocidad hasta que la rueda tractora del tren de

35

aterrizaje hace contacto con la tubería, momento en el que se acciona el primer actuador para producir el cierre de los mecanismos de pinza.

5 Mediante el control del tercer actuador, que controla la rueda tractora orientada en la dirección transversal del tubo, y del sistema propulsivo del dron el piloto puede mantener estabilizado el balanceo del dron mientras está fijo para tomar las medidas con los sensores con los que está equipado.

10 Con el fin de desplazar el dron sobre la tubería hasta otro punto, el piloto comanda el segundo actuador, que controla el giro de la plataforma móvil del mecanismo de rueda tractora, alineándola con la dirección longitudinal del dron y posteriormente comanda el tercer actuador, que controla la rueda tractora, para generar tracción en el sentido deseado. Una vez que el dron alcanza el nuevo punto, se comanda el segundo actuador para alinear la rueda con la dirección transversal al tubo.

15 Terminada la operación, el piloto comanda el primer actuador para permitir la apertura de las pinzas, se separa de la tubería mediante un despegue vertical y conduce el dron hasta el punto de aterrizaje, tomando tierra con los mecanismos de pinza en una posición abierta.

20

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Fig. 1.- vista en perspectiva de una realización preferente de la invención que comprende dos mecanismos de pinza y un mecanismo de rueda tractora.

25

Fig. 2.- vista inferior de la realización preferente de la invención mostrada en la Figura 1.

30 Fig. 3.- Vista en perspectiva del despiece del cuerpo central con los brazos montados y el primer actuador.

Fig. 4.- Vista en perspectiva del despiece del cuerpo central y el primer actuador.

35 Fig. 5.- Vista frontal de uno de los brazos del mecanismo de pinza, con las ruedas omnidireccionales montadas.

Fig. 6.- Vista en perspectiva del despiece de una rueda omnidireccional.

Fig. 7.- Vista en perspectiva del despiece del cuerpo de la pinza, mostrando el ensamblado de los brazos.

5

Fig. 8.- Vista frontal del cuerpo central con los brazos montados.

Fig. 9.- Vista en perspectiva del ensamblado del cuerpo central a la estructura de acoplamiento y de ésta a la superficie inferior del dron.

10

Fig. 10.- Vista en perspectiva del mecanismo de rueda tractora.

Fig. 11.- Vista en perspectiva del del mecanismo de rueda tractora incluyendo parte de la estructura de suspensión.

15

Fig. 12.- Vista en perspectiva del despiece de la primera suspensión articulada, el tercer actuador y la rueda tractora.

Fig. 13.- Vista frontal del tren de aterrizaje unido a un dron, acoplado a un conducto, con las pinzas cerradas en torno al mismo y con la rueda tractora apoyada sobre la pared exterior.

20

Fig. 14.- Vista lateral del tren de aterrizaje unido a un dron, mostrado en la Figura 13.

25 **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

La invención se refiere a un tren de aterrizaje destinado a acoplarse a un dron VTOL, de aterrizaje y despegue vertical. El tren de aterrizaje de la invención permite que el dron, al que está destinado a acoplarse, pueda posarse sobre una tubería para su
30 inspección por ultrasonidos, mantenerse unido a dicha tubería y desplazarse a lo largo de la misma.

La Figura 1 muestra una realización preferente del tren de aterrizaje de la invención. El tren de aterrizaje comprende dos mecanismos de pinza (1) y un mecanismo de rueda tractora (2). Ambos mecanismos (1, 2) están adaptados para ser acoplables a una
35 superficie inferior del dron (3).

Cada mecanismo de pinza (1) comprende una estructura de acoplamiento (4) al dron, la cual tiene forma de celosía, acoplable a la superficie inferior del dron (3), en particular, los mecanismos de pinza (1) están destinados a acoplarse en una zona anterior y en una zona posterior, respectivamente, de dicha superficie inferior del dron (3).

5

Cada mecanismo de pinza (1) también comprende un cuerpo central (5) y dos brazos (6), destinados a pivotar alrededor de dicho cuerpo central (5). Los brazos (6) del mecanismo de pinza (1) tienen forma de L para permitir rodear una tubería cuando el mecanismo de pinza (1) se cierra. Cada uno de los brazos (6) comprende, a su vez, dos
10 ruedas omnidireccionales (7) unidas a los brazos (6) en dos puntos.

Además, el mecanismo de pinza (1) comprende un primer actuador (9) acoplado al cuerpo central (5) y conectado mecánicamente con los brazos (6) con el fin de producir el movimiento de rotación de los mismos alrededor del cuerpo central (5).

15

La Figura 2 muestra otra vista del tren de aterrizaje de la invención. El mecanismo de rueda tractora (2) del tren de aterrizaje mostrado en la Figura 2 comprende una plataforma fija (10), acoplable a la superficie inferior del dron (3), en particular, en una zona central de dicha superficie inferior del dron (3), una plataforma móvil (11)
20 configurada para rotar con respecto a la plataforma fija (10), una primera suspensión (14) articulada, que incorpora un primer amortiguador (49), una rueda tractora (13), unida a la plataforma móvil (11) por medio de la primera suspensión (14) articulada, un segundo actuador (12) conectado a la plataforma móvil (11) para provocar un movimiento de rotación de dicha plataforma móvil (11), y un tercer actuador (15) alojado
25 en la primera suspensión (14) y conectado a la rueda tractora (13) para provocar su movimiento.

La figura 3 muestra un detalle del montaje de los brazos (6) laterales en el cuerpo central (5). Dicho cuerpo central (5) comprende dos paneles complementarios (18, 35)
30 separados por un conjunto de separadores (36) tubulares que aseguran que la distancia entre ambos paneles complementarios (18, 35) es la deseada.

Entre los paneles complementarios (18, 35) se dispone un tren de engranajes (24) acoplado a un primer panel complementario (18). El primer panel complementario (18),
35 además, soporta el primer actuador (9), disponiéndose entre ambos elementos un adaptador (19). El tren de engranajes (24) situado entre los paneles complementarios

(18, 35) se conecta mecánicamente con los brazos (6) laterales, de modo que el movimiento de dicho tren de engranajes (24) provoca el movimiento de los brazos (6) laterales, produciendo la apertura o cierre del mecanismo de pinza (1).

5 Los brazos (6) laterales, mostrados en la figura 3, también comprenden un extremo interior, que es el que se une con el cuerpo central (5), y una cara interna, la superficie situada en la dirección de cierre del mecanismo de pinza (1), a la que se unen dos
10 ruedas omnidireccionales (7) en cada brazo (6), de modo que cuando el mecanismo de pinza (1) se cierra en torno a una tubería, las ruedas omnidireccionales (7) quedan en contacto con dicha tubería. Las ruedas omnidireccionales (7) se unen a la cara interna de los brazos (6) laterales por medio de una segunda suspensión (8) articulada.

La figura 4 muestra una vista detallada del primer panel complementario (18) del cuerpo central (5), el tren de engranajes (24) y el primer actuador (9). Así, el primer panel
15 complementario (18) del cuerpo central (5) comprende un vástago central (23), que soporta un primer engranaje (26) del tren de engranajes (24), y otros dos vástagos laterales (22), que soportan cada uno de los brazos (6) laterales respectivamente. El tren de engranajes (24), en este caso, está formado por el primer engranaje (26) y un
20 segundo engranaje (25), que giran a la misma velocidad, pero en direcciones opuestas para engranar en los brazos (6) laterales y producir en ellos un movimiento rotacional de apertura o cierre del mecanismo de pinza (1). El adaptador (19) es una superficie que conecta mecánicamente el primer actuador (9) con el primer panel complementario (18) del cuerpo central (5) y comprende una ranura central (21) que permite la conexión entre el primer actuador (9) y el tren de engranajes (24) situado entre los dos paneles
25 complementarios (18, 35). Asimismo, el primer panel complementario (18) también comprende una ranura de acoplamiento (20) que permite la conexión entre el primer actuador (9) y el tren de engranajes (24).

La Figura 5 muestra un detalle de un brazo (6) lateral, incorporando las ruedas
30 omnidireccionales (7). El brazo (6) lateral comprende en su extremo interior un agujero pasante (27), que permite la conexión con el cuerpo central (5), y una cremallera semicircular (28), que engrana con el tren de engranajes (24) situado en el interior de dicho cuerpo central (5). Además, al brazo (6) lateral se une cada una de las ruedas omnidireccionales (7) por medio de dos taladros (29, 30), situados en las inmediaciones
35 de la cara interna, a los que se conectan por medio de la segunda suspensión (8) articulada.

La figura 6, muestra un detalle específico del montaje de las ruedas omnidireccionales (7) y la segunda suspensión (8) articulada. Dicha segunda suspensión (8) articulada está formada por dos horquillas rígidas (31, 32), que tienen un extremo abierto y un extremo cerrado, un eje pasante (34) y un segundo amortiguador (33) con dos vástagos.

5 Así, se colocan ambas horquillas rígidas (31, 32) con el extremo abierto alineado con un eje de rotación de la rueda omnidireccional (7), de modo que una primera horquilla (31) entra en contacto con la rueda omnidireccional (7), mientras que una segunda horquilla (32) se apoya sobre la primera horquilla (31). A continuación, el eje pasante (34) une las dos horquillas a la rueda omnidireccional (7), de modo que permite la rotación de la

10 rueda omnidireccional (7) alrededor del eje pasante (34), y el movimiento relativo de la primera horquilla (31) y la segunda horquilla (32) con respecto a la rueda omnidireccional (7) y entre sí.

La primera horquilla (31) se une a un primer taladro (29) de los dos taladros (29, 30), situados en las inmediaciones de la cara interna, pudiendo rotar en torno a dicho primer taladro (29), mientras que la segunda horquilla (32) se une a un primer vástago de los dos vástagos del segundo amortiguador (33), pudiendo rotar en torno a dicho primer vástago, y un segundo vástago del segundo amortiguador (33) se une un segundo taladro (30) de la cara interna del brazo (6), pudiendo rotar en torno a dicho segundo

20 taladro (30).

Las figuras 7 y 8 muestran dos vistas del montaje del primer panel complementario (18) del cuerpo central (5) y los brazos (6) laterales. Los vástagos laterales (22) se introducen por los agujeros pasantes (27) del extremo interno de los brazos (6), a la vez que el

25 primer engranaje (26) y el segundo engranaje (25) del tren de engranajes (24) engranan con la cremallera semicircular (28) de los brazos (6). Así, los brazos (6), arrastrados por la cremallera semicircular (28) engranada al tren de engranajes (24) que acciona el primer actuador (9), pivotan alrededor de los vástagos laterales (22) del cuerpo central (5), produciendo un movimiento de apertura o cierre del mecanismo de pinza (1).

30

La figura 9, muestra una vista del montaje del conjunto formado por el cuerpo central (5) y los brazos (6) laterales, y la superficie inferior del dron (3). La conexión se realiza por medio de la estructura de acoplamiento (4), que comprende un primer conjunto de orificios de conexión (38) en su zona inferior para unir, mediante una unión atornillada,

35 dicha estructura de acoplamiento (4) al cuerpo central (5), que comprende a su vez un conjunto de orificios complementarios (39) en su zona superior. Asimismo, la estructura

de acoplamiento (4) también comprende un segundo conjunto de orificios de conexión (37) en su zona superior para unir, mediante una unión atornillada, dicha estructura de acoplamiento (4) a la superficie inferior del dron (3), que, a su vez, comprende un primer conjunto de agujeros de acoplamiento (16) para permitir dicha unión.

5

La figura 10 muestra una vista del mecanismo de rueda tractora (2), donde se aprecia que la plataforma fija (10) comprende un hueco central interior y la plataforma móvil (11) se encuentra situada en el interior de dicho hueco central. Además, la plataforma fija (10) comprende un conjunto de pestañas horadadas (40) para permitir la unión de dicha
10 plataforma fija (10) a la superficie inferior del dron (3), que también comprende un segundo conjunto de agujeros de acoplamiento (17). La primera suspensión (14) articulada conecta la plataforma móvil (11) a la rueda tractora (13) y soporta el segundo actuador (12) y el tercer actuador (15).

15 La Figura 11 muestra un despiece del mecanismo de rueda tractora (2), que incluye la plataforma fija (10), la plataforma móvil (11), la primera suspensión (14) articulada y el segundo actuador (12). En el hueco central interior de la plataforma fija (10) se dispone una cremallera circular (44) y un bisel (43), situado en el borde superior del hueco central interior, destinado a alojar un conjunto de bolas de rodamiento.

20

La plataforma móvil (11) está compuesta por dos paneles circulares, un panel superior (41) y un panel inferior (42), conectados mediante una unión atornillada. El panel superior (41) descansa sobre las bolas de rodamiento situadas en el bisel (43) de la plataforma fija (10), mientras que, el panel inferior (42) se coloca debajo de dichas bolas
25 de rodamiento.

Además, el segundo actuador (12) del mecanismo de rueda tractora (2) también comprende un piñón central (45) engranado en la cremallera circular (44) de la plataforma fija (10). El segundo actuador (12) está unido a un primer soporte (46) que a
30 su vez se conecta con el panel inferior (42) de la plataforma móvil (11), mediante una unión atornillada.

Así, la combinación de la plataforma fija (10), la plataforma móvil (11) y el segundo actuador (12) permite un movimiento de rotación del mecanismo de rueda tractora (2),
35 al deslizar el panel superior (41) y el panel inferior (42) de la plataforma móvil (11) sobre las bolas de rodamiento por acción del piñón central (45) del segundo actuador (12).

El primer soporte (46), mostrado en la figura 11, se une con el panel inferior (42) de la plataforma móvil (11), con el segundo actuador (12) y con la primera suspensión (14) articulada, que comprende un panel rígido (47) a través del cual se une con el primer soporte (46).

5

La figura 12 muestra una vista del despiece de la primera suspensión (14) articulada, la rueda tractora (13) y el tercer actuador (15). La primera suspensión (14) articulada comprende el panel rígido (47), el primer amortiguador (49), con dos vástagos, y un segundo soporte (48), que comprende un agujero central. El panel rígido (47) se une con un primer vástago del primer amortiguador (49), en su zona superior, y con el
10 segundo soporte (48), en su zona inferior. Un segundo vástago del primer amortiguador (49) se conecta con el segundo soporte (48).

La rueda tractora (13) se une al soporte mediante un eje que atraviesa el soporte a
15 través de una perforación (51) del mismo, la rueda a través de su eje de rotación y se conecta con el tercer actuador (15), atravesando el soporte una vez más a través de un hueco (50) al que se acopla dicho tercer actuador (15).

Las Figuras 13 y 14 muestran dos vistas del tren de aterrizaje de la invención montado
20 en un dron VTOL y acoplado a una tubería mediante el mecanismo de pinza (1), donde los brazos (6) laterales rodean la tubería y ponen en contacto las ruedas omnidireccionales (7) con dicha tubería, asimismo, la rueda tractora (13) también entra en contacto con la tubería, para generar tracción contra la pared. Si la rueda tractora (13) está orientada en sentido longitudinal, la tracción se usa para realizar un
25 movimiento de avance o retroceso a lo largo de la tubería. Si la rueda tractora (13) está orientada en sentido transversal, la tracción se utiliza para cooperar junto con el sistema propulsivo del dron en la estabilización del balance de este en torno a la tubería.

REIVINDICACIONES

1. Tren de aterrizaje acoplable a una estructura de un dron VTOL de aterrizaje y despegue vertical, que comprende una superficie inferior del dron (3), y en el que el tren de aterrizaje comprende:
- 5
- al menos dos mecanismos de pinza (1), acoplables a la superficie inferior del dron (3), cada uno comprendiendo:
 - una estructura de acoplamiento (4) al dron, destinada a ser acoplada a la superficie inferior del dron (3);
 - 10 ○ un cuerpo central (5), conectado mecánicamente con la estructura de acoplamiento (4);
 - dos brazos (6) laterales, que comprenden cada uno una cara interna y un extremo interior, unido al cuerpo central (5), de forma que los brazos (6) pueden pivotar alrededor de su extremo interior, y comprenden ruedas omnidireccionales (7), acopladas a su cara interna;
 - 15
- caracterizado porque cada mecanismo de pinza (1) comprende un primer actuador (9), alojado en el cuerpo central (5), conectado a los brazos (6) para conducir su movimiento; y porque el tren de aterrizaje también comprende:
- un mecanismo de rueda tractora (2) orientable, acoplable a una zona central de la superficie inferior del dron (3), que comprende:
 - una plataforma fija (10) acoplable a la estructura del dron (3);
 - una plataforma móvil (11), unida a un segundo actuador (12), y que gira respecto de la plataforma fija (10) en torno al eje vertical mediante dicho segundo actuador (12);
 - 20
 - una rueda tractora (13), unida a la plataforma móvil (11) mediante una primera suspensión articulada (14);
 - 25
 - un tercer actuador (15) alojado en la primera suspensión (14), conectado a la rueda tractora (13) para conducir su movimiento.
- 30
2. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 1, donde los brazos (6) tienen forma de L.
3. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 1, donde los mecanismos de pinza (1) son acoplables a la superficie inferior del dron (3), en una zona frontal y una zona trasera.
- 35

4. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 1, donde el cuerpo central (5) comprende un primer panel complementario (18) y un segundo panel complementario (35), separados mediante separadores (36) tubulares.
- 5 5. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 4, donde el cuerpo central (5) comprende dos vástagos laterales (22) unidos al primer panel complementario (18), de modo que los brazos (6) tienen, en su extremo interior, agujeros pasantes (27) que dejan pasar a través suyo dichos vástagos (22), para permitir el cierre del mecanismo de pinza (1).
- 10 6. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 1, donde el cuerpo central (5) comprende además un tren de engranajes (24), accionado por el primer actuador (9), que impulsa el movimiento de los brazos (6).
- 15 7. Tren de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque cada brazo (6) presenta, en su extremo interior, una cremallera semicircular (28), que engrana con el tren de engranajes (24) contenido en el cuerpo central (5).
- 20 8. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 7 donde el tren de engranajes (24) comprende un primer engranaje (26) y un segundo engranaje (25) que giran a la misma velocidad y en sentidos opuestos, de modo que cada uno de los engranajes (25, 26) engrana con la cremallera (28) de uno de los brazos (6).
- 25 9. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 1, donde las ruedas omnidireccionales (7) están acopladas a la cara interna de los brazos (6) mediante una segunda suspensión (8) articulada.
10. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 9, donde la segunda suspensión (8) articulada comprende:
- 30 - una primera horquilla (31) y una segunda horquilla (32), que tienen una parte abierta y una parte cerrada, que se unen entre sí y a la rueda omnidireccional (7) por su parte abierta mediante un eje pasante (34), y
- un segundo amortiguador (33), que comprende dos vástagos, un primer vástago unido a la cara interna del brazo,

y donde, la primera horquilla (31) se une con la cara interna del brazo por su parte cerrada y la segunda horquilla (32) se une por su parte cerrada a un segundo vástago del segundo amortiguador (33).

- 5 11. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 1, donde la plataforma fija (10) del mecanismo de rueda tractora (2) comprende un hueco circular central, que presenta un bisel (43) en su borde superior, destinado a alojar un conjunto de bolas de rodamiento, y una cremallera circular (44) en la pared interior.
- 10 12. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 11, donde el segundo actuador (12) del mecanismo de rueda tractora (2) además comprende un piñón central (45), que engrana sobre la cremallera circular (44) de la plataforma fija (10).
- 15 13. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 11, donde la plataforma móvil (11) comprende un panel superior (41) y un panel inferior (42), de modo que el panel superior (41) se coloca sobre el bisel (43) de la plataforma fija (10), apoyándose sobre las bolas de rodamiento alojadas en dicho bisel (43), para pivotar en torno al eje vertical, y el panel inferior (42) se coloca bajo dichas bolas de rodamiento.
- 20 14. Tren de aterrizaje de acuerdo con la reivindicación 13, donde la primera suspensión (14) del mecanismo de rueda tractora (2) comprende:
- un panel rígido (47), unido al panel inferior (42) de la plataforma móvil (11) por medio de un primer soporte (46),
 - un primer amortiguador (49), que comprende dos vástagos, donde un primer vástago
- 25 está unido al panel rígido (47), y
- un segundo soporte (48), unido a la zona inferior del panel rígido (47) y a un segundo vástago del primer amortiguador (49),
- donde la rueda tractora (13) está unida con el segundo soporte (48) y el tercer actuador (15).

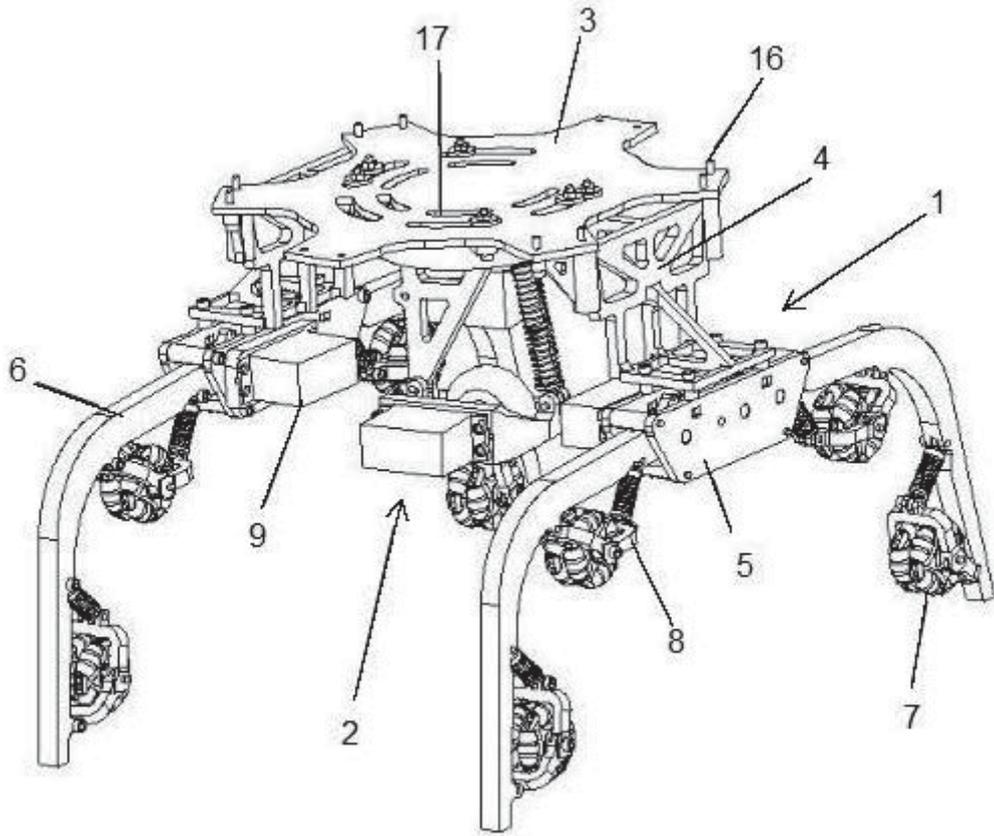


FIG. 1

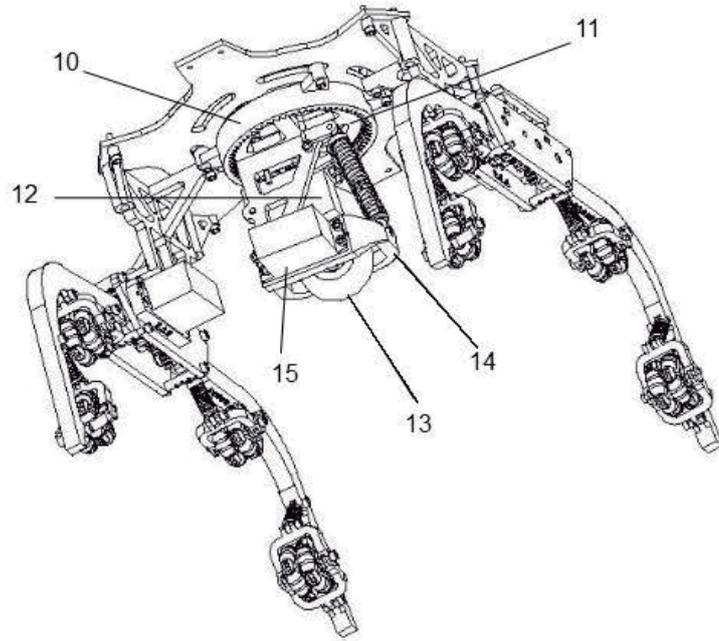


FIG. 2

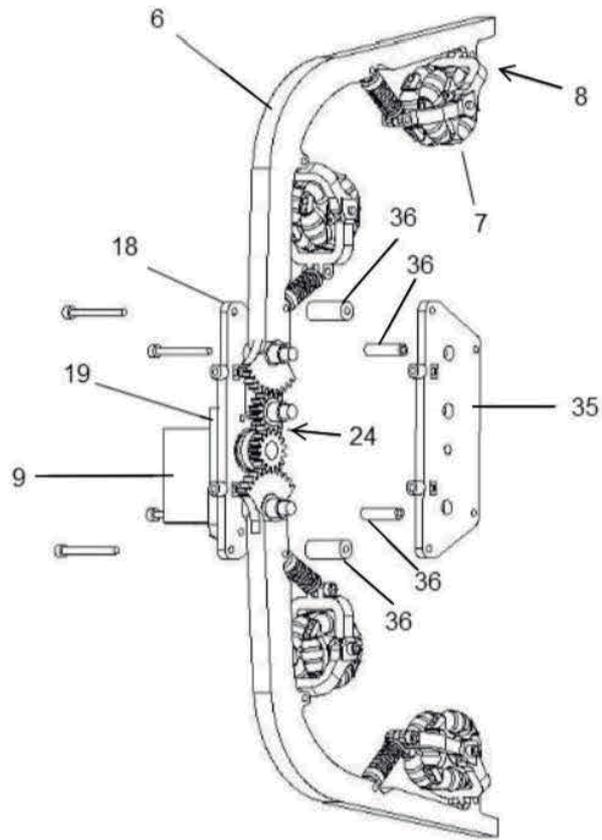


FIG. 3

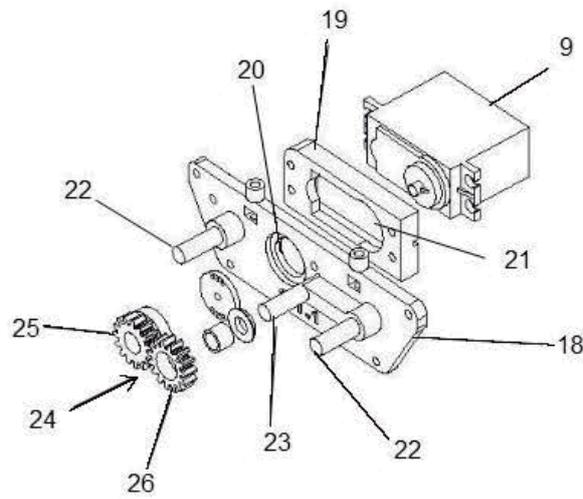


FIG. 4

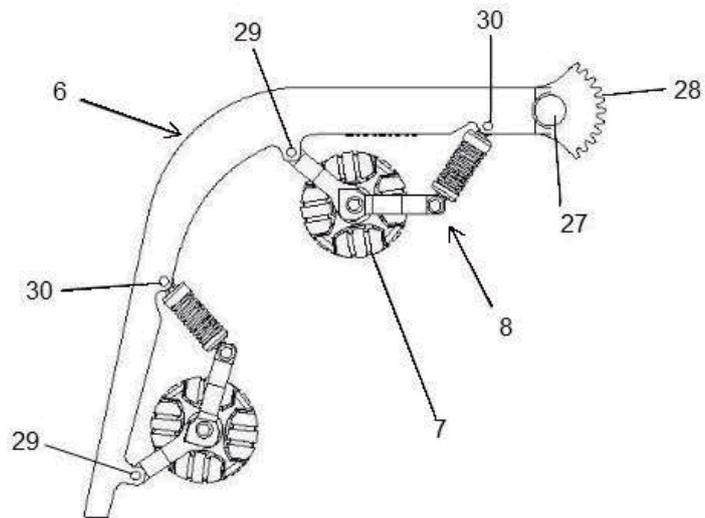


FIG. 5

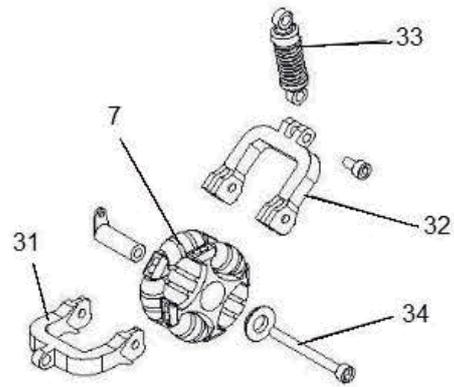


FIG. 6

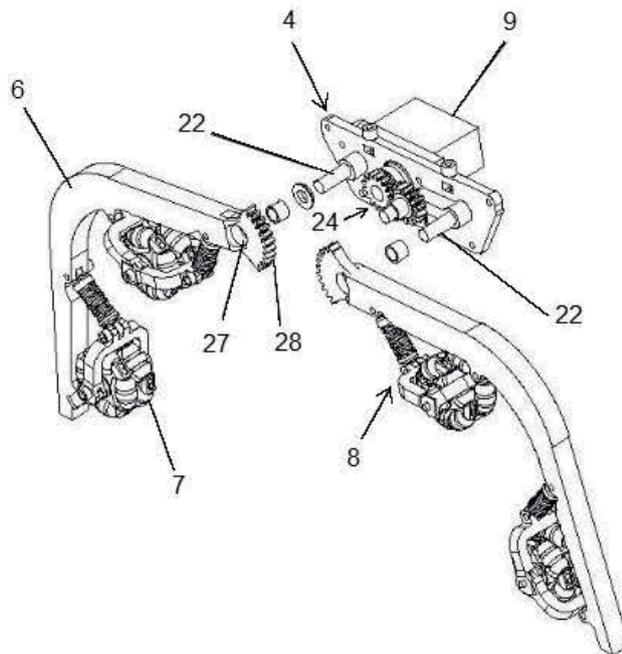


FIG. 7

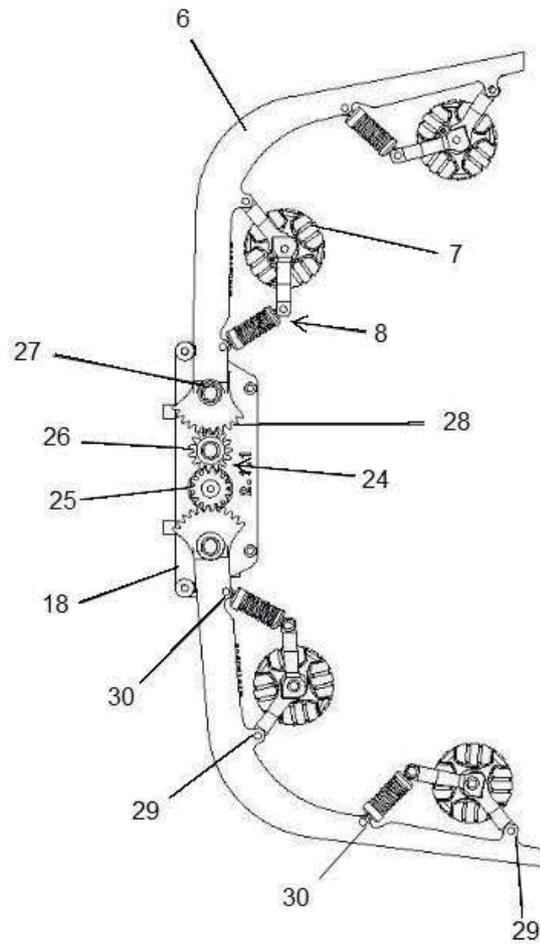


FIG. 8

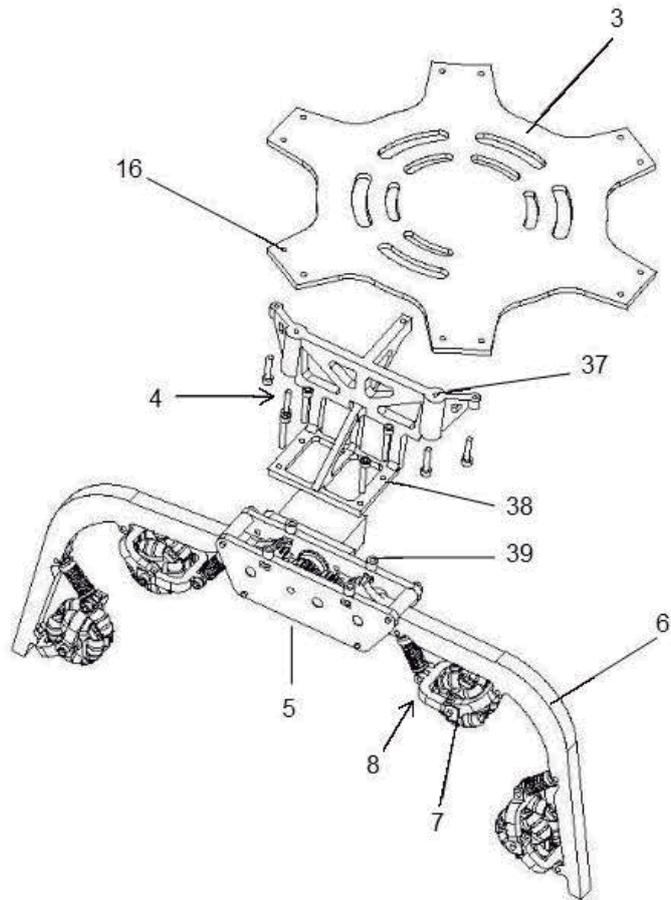


FIG. 9

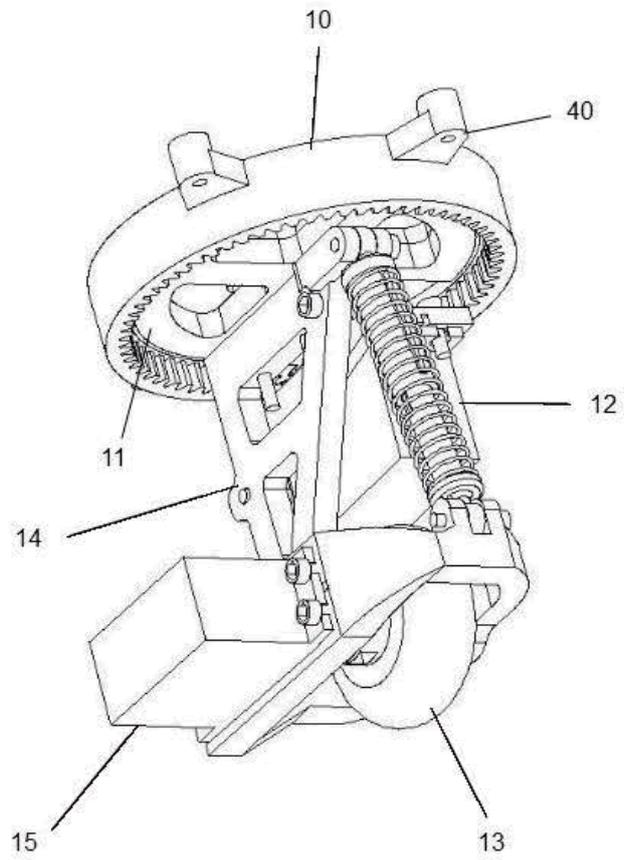


FIG. 10

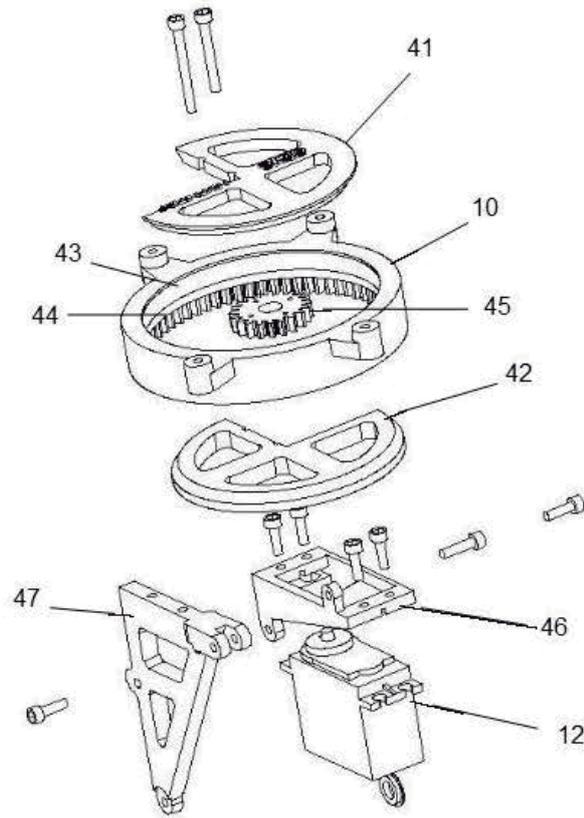


FIG. 11

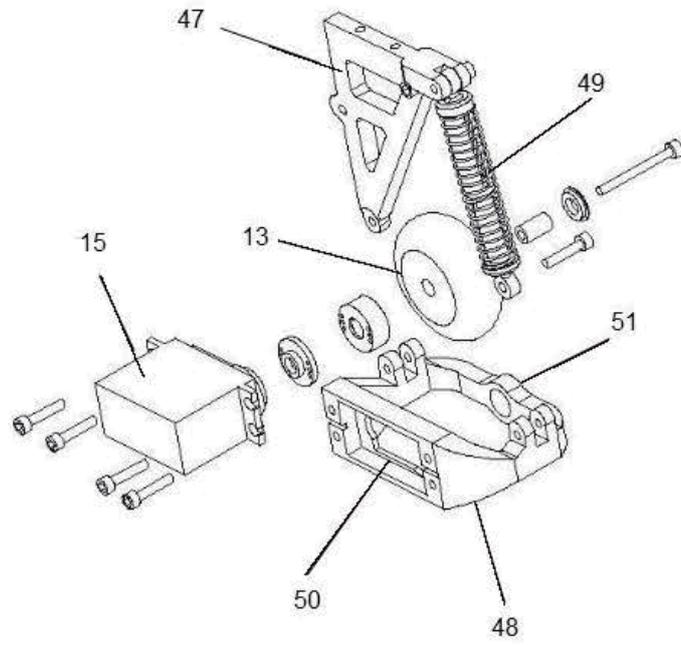


FIG. 12

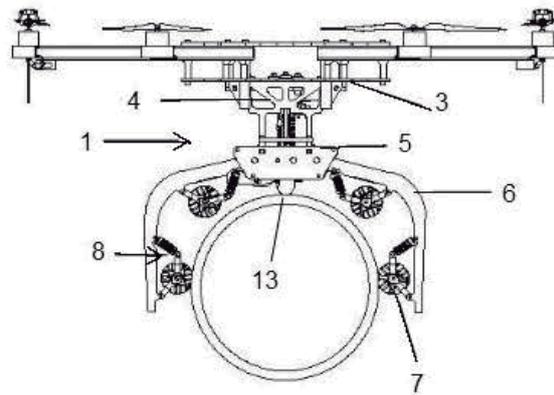


FIG. 13

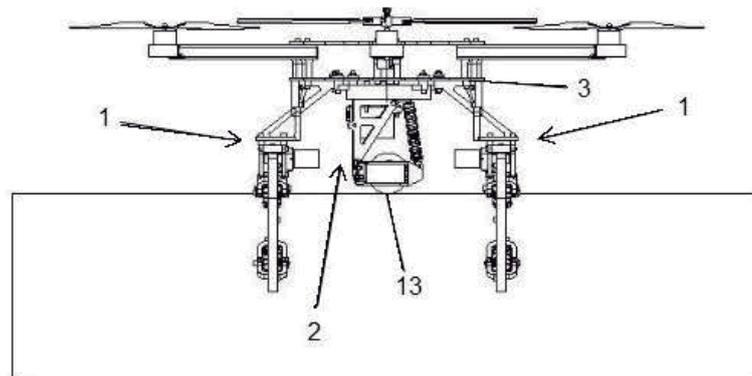


FIG. 14