

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 080**

51 Int. Cl.:

B64C 27/08 (2013.01)
B64C 39/02 (2013.01)
B64D 27/02 (2006.01)
B64C 39/00 (2013.01)
B64U 10/13 (2013.01)
B64U 50/13 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2019 PCT/IL2019/050394**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2019 WO19198071**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2019 E 19784203 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023 EP 3774530**

54 Título: **Vehículo aéreo de maniobrabilidad mejorada y método implementado para este fin**

30 Prioridad:

08.04.2018 US 201862654446 P
19.08.2018 IL 26123618

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.04.2024

73 Titular/es:

AEROTOR UNMANNED SYSTEMS LTD. (100.0%)
P.O. Box 222
Moshav Udim, IL

72 Inventor/es:

AGRONOV, AHARON

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 966 080 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

Vehículo aéreo de maniobrabilidad mejorada y método implementado para este fin

5 **Campo de la invención**

[0001] La invención objeto de la solicitud de patente se refiere a dispositivos y métodos utilizados para maniobrar un vehículo aéreo multipala (multirrotor o multicóptero) en general, y en particular para maniobrar sistemas de aeronaves no tripuladas relativamente pequeños (UAS) o vehículos aéreos no tripulados (UAV) que tienen múltiples palas de rotor.

10

Antecedentes de la invención

[0002] La descripción de antecedentes de la invención y la invención que se proporcionará a continuación se refieren a drones multirrotor, pero dada la descripción proporcionada a continuación con referencia a las figuras adjuntas, el experto entenderá que la invención es aplicable a cualquier vehículo aéreo multirrotor tripulado o no tripulado.

15

[0003] Se sabe que los drones son vehículos aéreos no tripulados que crean sustentación mediante la rotación de las palas del rotor. El más común de estos vehículos aéreos multirrotor (es decir, drones equipados con múltiples rotores), cada uno de los cuales tiene múltiples palas de rotor, que se denominan "cuadricópteros", ya que están equipados con un sistema de cuatro rotores fijos.

20

[0004] En estos drones, el eje de movimiento de cada uno de los rotores es perpendicular a la dirección de vuelo (aunque como mucho podrán estar todos algo inclinados hacia el centro del dron para mejorar su estabilidad). Las propias palas del rotor tienen un ángulo de cabeceo fijo, es decir, la pala tiene un ángulo de ataque (AOA) fijo con respecto a la rotación del rotor o al flujo de aire. De manera similar a lo que conocemos de los helicópteros o de los aviones propulsados por turbohélice avanzados, las palas del rotor de los drones cuadricópteros conocidos permiten la modificación aerodinámica en vuelo del ángulo de cabeceo de cada una de las palas (es decir, el ángulo entre la superficie aerodinámica de la pala y la dirección relativa del viento se puede modificar dinámicamente en la dirección de cada pala individualmente, mientras está en vuelo).

25

30

[0005] Se hace referencia a las figuras 1 y 1a. La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva del dron cuadricóptero 10 de la técnica anterior. Es decir, se trata de un dron con un conjunto de cuatro rotores (15, 20, 25 y 30), cada uno de los cuales tiene un eje de movimiento (35) perpendicular al plano X-Z, donde los rotores tienen múltiples palas (en el ejemplo ilustrado, dos palas por rotor), lo que también permite modificar sus ángulos de cabeceo (α). La figura 1a representa vistas frontales y laterales esquemáticas (ver el eje inicial) del dron 10, así como una vista frontal y lateral esquemática (en líneas discontinuas) del dron '10, que también es un dron de la técnica anterior. En el dron '10, a diferencia del dron 10, los ejes de movimiento de cada uno de sus rotores ('35) no son perpendiculares en su orientación al plano de vuelo (X-Z), como en el dron 10, sino que todos están ligeramente inclinados hacia el centro del dron hacia un punto (para mejorar la estabilidad del dron '10), mientras crea dos ángulos de convergencia (ver figura 1a - β como la proyección del primer ángulo en la vista frontal y ϕ como la proyección del segundo ángulo en la vista lateral).

35

40

[0006] En drones, como los cuadricópteros 10 y '10, el aumento de altitud se logra acelerando los cuatro rotores simultáneamente, y la altitud se reduce ralentizando la rotación de todos los rotores. El control de los movimientos de vuelo (los movimientos de cabeceo, balanceo y guiñada) generalmente se logra modificando las velocidades relativas de las diferentes palas del rotor.

45

[0007] En un dron con conjunto de cuatro rotores, como los cuadricópteros 10 y '10, dos rotores están colocados diagonalmente entre sí, girando en una dirección, mientras que los otros dos giran en la dirección opuesta (ver direcciones de la flecha en la figura). Es decir, dos rotores giran en el sentido de las agujas del reloj y dos en el sentido contrario (de forma que se restablece el par de reacción), lo que puede provocar que el dron gire (guiñada), y no es necesario invertir energía en evitar su guiñada. En tal configuración, es fácil controlar los planos de balanceo o cabeceo. Aumentar la velocidad de dos rotores en un lado y disminuir la velocidad de los otros dos rotores en el otro lado provocará balanceo o cabeceo (dependiendo de la naturaleza de los pares de rotores). En otras palabras, la velocidad de dos rotores en el mismo lado aumentará para crear un movimiento de rodadura. Para crear un movimiento de cabeceo, se aumentará la velocidad de los dos rotores delanteros para levantar el morro del dron, o de los dos rotores traseros para bajar el morro del dron.

50

55

[0008] En otras palabras, el movimiento del dron está controlado únicamente por las diferencias en la velocidad de rotación de las palas del dron. Al mismo tiempo, en el ejemplo ilustrado, al tratarse de drones cuadricópteros, que como se ha indicado permiten modificar los ángulos de cabeceo (α) de las palas del rotor, la modificación del ángulo también se puede utilizar para maniobrar el dron en todos los planos de vuelo.

60

[0009] Sin embargo, el experto en la materia es consciente de que dichos drones, y no sólo los que permiten modificar el ángulo de cabeceo (α) de las palas del rotor, no producen un movimiento de guiñada rápido desde el momento en que se busca dicha maniobra. Maniobrar estos drones en el plano de guiñada es relativamente lento y difícil de manejar, ya que no basta con modificar el ángulo de cabeceo de las palas del rotor para producir el par necesario para realizar una

65

maniobra rápida en el plano de guiñada. Un intento de desviar un dron de este tipo sólo modificando los ángulos de cabeceo de las palas del rotor requiere aumentar considerablemente el ángulo de cabeceo para inducir una alta resistencia que producirá el par necesario para un desvío rápido. La formación de una alta resistencia perjudica el rendimiento del vuelo, plantea un riesgo de pérdida y requiere reducir la velocidad de las palas (bajando las RPM).

[0010] Además, maniobrar un dron cuadricóptero aumentando la velocidad de dos rotores en un lado y desacelerando dos rotores en el otro lado implica naturalmente, como se señaló anteriormente, tener medios para monitorear y controlar las velocidades de rotación de todos los rotores en el conjunto (es decir, la necesidad de monitorear y controlar las RPM de los rotores), de manera que requiere la instalación de múltiples motores eléctricos que requieren una fuente de energía (batería) o que tienen un motor de combustión interna (motor de gasolina), (que podría instalarse como parte de un sistema de propulsión híbrido: un motor de combustión interna (de gasolina) con un motor eléctrico de respaldo), que está conectado a los engranajes de reducción/aumento de cada uno de los rotores. Se trata de medidas torpes y engorrosas (batería, reducción/aumento de velocidad), que pesan sobre el dron y reducen la carga útil efectiva que puede transportar.

[0011] También hay que tener en cuenta que los requisitos para transportar el peso efectivo (cargas útiles como cargas útiles electroópticas, armamento, etc.) durante un largo tiempo de vuelo plantean desafíos cada vez mayores para los diseñadores de drones. Volar con mucho peso y durante un largo tiempo de vuelo generalmente tiende a preferir el uso de un motor de gasolina de combustión interna que se considera económico y eficiente. Sin embargo, como se señaló, el motor de gasolina no permite monitorear y controlar cómodamente las revoluciones por minuto (RPM) del motor, pero sí con un peso adicional bastante considerable (las transmisiones requeridas).

[0012] Por tanto, a la hora de mejorar la maniobrabilidad, la solución de propulsar el conjunto de rotores mediante un motor de gasolina con RPM constantes combinado con la posibilidad de modificar los ángulos de cabeceo de las palas del rotor (α) no es suficiente, ya que, como se ha dicho, no basta con cambiar los ángulos de cabeceo de las palas del rotor para producir el par necesario para realizar una maniobra rápida en el plano de guiñada.

[0013] Así, antes de la fecha de la presente invención, no existía ninguna solución eficaz que permitiera a un dron multipala, como por ejemplo un cuadricóptero, hacer uso del motor de gasolina preferido (por sí solo o en un sistema híbrido con uno o más motores eléctricos) al tiempo que mejora la maniobrabilidad de guiñada del dron.

[0014] Los cuadricópteros y vehículos aéreos representativos del estado de la técnica se conocen por los documentos US2002/104922A1, US9296477B1, CN204895843U, CN202244078U y EP3098161A1.

Sumario de la invención

[0015] La invención, que es el objeto de la solicitud de patente, aborda los desafíos descritos anteriormente.

[0016] En un aspecto, la invención se materializa en un dron cuadricóptero según la reivindicación 1.

[0017] En otro aspecto, la invención se materializa en un método para proporcionar una maniobrabilidad de guiñada mejorada de un dron cuadricóptero de acuerdo con la reivindicación 4. El método podría comprender la etapa adicional de maniobrar el vehículo aéreo para guiar aumentando el ángulo de cabeceo (α) de las palas de un par de rotores diagonalmente opuestos, cada uno de otro par de pares de rotores inclinados simétricamente, y reduciendo el ángulo de cabeceo (α) de las palas de rotor restantes, que también están opuestas diagonalmente entre sí, cada una de un par diferente de los pares de rotores inclinados simétricamente.

[0018] En una realización preferida de la invención, el dron cuadricóptero tiene un sistema de propulsión que comprende un motor de combustión interna (a gasolina), y cuando se implementa dicho método, permite que el dron maniobre en el plano de guiñada sin modificar la velocidad de las palas (manteniendo unas RPM constantes).

[0019] Aún en un aspecto adicional, la invención se puede implementar en un dron cuadricóptero de acuerdo con la reivindicación 6.

[0020] A continuación, se describirán otros aspectos, realizaciones adicionales y ventajas del dron y del método de vuelo implementado en su funcionamiento. Debe tenerse en cuenta que las configuraciones que se describen a continuación pueden combinarse con otras configuraciones de diferentes maneras, que sean al menos consistentes con uno de los principios de la invención que se describen a continuación, y la terminología aquí utilizada no debe interpretarse como limitativa en ningún caso.

Breve descripción de las figuras adjuntas

[0021] A continuación se describirán diferentes aspectos de al menos una realización de la invención, con referencia a las figuras adjuntas (sin atribuirles ninguna escala). Las figuras se presentan únicamente con fines ilustrativos y para facilitar la comprensión de los diferentes aspectos de la invención y las posibles realizaciones para su utilización real. Las figuras son parte de la descripción, pero no deben interpretarse como limitativas de la invención de ninguna manera. En las figuras, un elemento idéntico o similar, representado visualmente en varias figuras, podría identificarse mediante una

numeración uniforme. Para mayor claridad, no todos los elementos fueron etiquetados en cada una de las figuras. En las siguientes figuras:

5 Las figuras 1 y 1a son como se indica (respectivamente) una vista en perspectiva esquemática de un dron cuadricóptero de la técnica anterior así como vistas frontales y laterales esquemáticas de dicho dron (así como de un dron de la técnica anterior donde el eje de movimiento de cada uno de sus rotores está ligeramente inclinarse hacia el centro del dron).

10 Las figuras 2 y 2a son (respectivamente) una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de un dron cuadricóptero según la invención que tiene una maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada, así como vistas esquemáticas frontal y lateral de dicho dron.

15 Las figuras 3 y 3a; 4 y 4a; y 5 y 5a son vistas esquemáticas en perspectiva y vistas esquemáticas frontal y lateral de otras tres realizaciones de drones cuadricópteros según la invención, que, al igual que el dron de ejemplo ilustrado en las figuras 2 y 2a, también incorpora estructuralmente la característica distintiva de la invención (aunque en diferentes geometrías), de una manera que les proporciona, como se mencionó anteriormente, una maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada.

20 Las figuras 6 y 7 (respectivamente) representan una vista en perspectiva de un dron cuadricóptero que materializa estructuralmente la configuración geométrica de la invención, como se ilustra esquemáticamente y a modo de ejemplo sólo en la figura 2, y una vista "despiezada" de sus elementos.

25 Las figuras 8 y 8a son (respectivamente) una vista en perspectiva esquemática de un dron en la que el eje de movimiento de cada uno de sus rotores se inclina ligeramente hacia el centro del dron pero en la que se logra la maniobrabilidad de guiñada mejorada del vehículo aéreo de acuerdo con la invención proporcionando al vehículo aéreo una dimensión geométrica entre su par de rotores delantero y su par de rotores trasero y una segunda dimensión diferente entre los rotores de cada uno de dichos pares, y unas vistas frontal y lateral esquemáticas de dicho dron.

Descripción detallada de la realización preferida de la invención

30 [0022] A continuación, se describirán diversos dispositivos y elementos estrictamente con el fin de dar un ejemplo de realización de la invención reivindicada. La realización que se describe a continuación no limita la invención reivindicada, y esta última también puede aplicarse a dispositivos y métodos que difieren de los que se describen a continuación. La invención reivindicada no tiene por qué incluir todos los aspectos de los dispositivos, elementos y métodos que se describirán a continuación, y no se limita estrictamente a los que existen en todas las realizaciones que se describen a continuación. En aras de la integridad, cabe señalar que el conjunto de reivindicaciones de la invención puede revisarse mediante enmienda y/o mediante la presentación de una solicitud divisional. El experto también entenderá que, en aras de la claridad, las realizaciones se describen sin inundar la descripción con elementos, métodos y procesos que ya se consideran de conocimiento común en el campo y, en cualquier caso, no se proporcionó ninguna referencia etiquetada a ellos en las figuras.

45 [0023] Se hace referencia a las figuras 2 y 2a. La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de dron cuadricóptero 210 según la invención, que, como se explica a continuación, tiene una maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada con respecto a la técnica anterior (ver y comparar, por ejemplo, los drones 10 y '10), como se describió anteriormente en referencia a las figuras 1 y 1a). La figura 2a muestra vistas frontales y laterales esquemáticas del dron 210.

50 [0024] Una característica destacada del dron 210 es que el eje de movimiento (235) de cada uno de los cuatro rotores - 215, 220, 225 y 230 instalados en el mismo se inclina desde el principio en una configuración simétrica en relación con el plano x-y (guiñada), de modo que cada par de ejes converja hacia otro punto en el mismo nivel a lo largo del plano del eje longitudinal del dron (en el ejemplo ilustrado, a lo largo del plano x-z), creando un ángulo γ entre los planos de guiñada de las palas del rotor que es inferior a 180° .

55 [0025] Como se mencionó anteriormente en el capítulo "Antecedentes de la Invención", se sabe que existen drones cuadricópteros en los que el eje y los rotores de sus motores se inclinan hacia el centro del dron con el fin de aumentar la estabilidad del dron (la inclinación mejora la estabilidad del dron a expensas de la maniobrabilidad de cabeceo y balanceo) (consulte la figura 1a para el dron '10). Sin embargo, a diferencia del dron 210, no se trata de un caso en el que todos los ejes de movimiento se inclinan hacia el centro del dron, sino de una inclinación simétrica de pares de ejes hacia diferentes puntos del mismo nivel, a lo largo del eje longitudinal del dron (ver el ejemplo ilustrado: una inclinación hacia el plano x-z).

[0026] Otra característica del dron 210 es que es un tipo de dron que permite modificar el ángulo de cabeceo (α) de sus palas de rotor.

65 [0027] La inclinación simétrica del eje de movimiento de los pares de rotores en el dron 210, que señalamos anteriormente, en combinación con la capacidad de modificar dinámicamente los ángulos de cabeceo de las palas de cada uno de los

rotores, permite producir pares en el plano de guiñada (x-y), que le da al dron 210 una mejor maniobrabilidad de guiñada, sin tener que ajustar la velocidad de rotación de los rotores (en otras palabras, manteniendo unas RPM constantes).

[0028] La inclinación simétrica del eje de movimiento de los pares de rotores genera fuerzas laterales (F) que contribuyen y aumentan el par relativamente pequeño debido al arrastre, que normalmente se genera por la modificación del ángulo de cabeceo de las palas, de una manera que se proporciona al dron según la invención una maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada.

[0029] Así, por ejemplo (véase la figura 2), la inclinación simétrica del eje de movimiento de los pares de rotores integrados en el dron según la invención genera regularmente fuerzas laterales (F). Al mismo tiempo, al aumentar el ángulo de cabeceo (α) de las palas del rotor 215 y 230 y reducir el ángulo de cabeceo (α) de las palas del rotor 220 y 240, esto produce un par que junto con las fuerzas laterales F1 y F4 (que aumentarán debido al aumento del ángulo de cabeceo como se indica) maniobrará el dron 20 para que gire en el plano x-y en la dirección de la flecha 250 (en el sentido de las agujas del reloj).

[0030] Al mismo tiempo y como se ha indicado anteriormente, la maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada del dron según la invención se consigue incluso sin tener que modificar las velocidades relativas de los rotores. Por lo tanto, un dron según la invención podría equiparse con un sistema de propulsión basado en un motor de combustión interna (propulsado por gasolina), que como se menciona en el capítulo "Antecedentes de la invención", es preferido para lograr largos tiempos de vuelo y llevar un peso efectivo relativamente alto (carga útil).

[0031] El experto entenderá que la inclinación de los pares de rotores, de modo que cada par de ejes converja hacia diferentes puntos en el mismo nivel en el plano del eje longitudinal del dron (plano x-z según el ejemplo ilustrado), mientras se crea un ángulo y entre los planos de rotación de las palas perjudica un poco las capacidades de elevación del dron en el que se implementará la invención (y por lo tanto acorta su tiempo de vuelo). Sin embargo, se descubrió que para lograr la ventaja de maniobra mejorada en el plano de guiñada (y la ventaja de la capacidad de volar el dron mediante un motor de combustión interna (propulsado por gasolina) a una velocidad de pala constante (RPM constantes)), basta con inclinar ligeramente el eje de los rotores para que el ángulo y del dron según la invención sea $1400 < \gamma < 1800$, sin perjudicar significativamente las prestaciones del dron (lo que depende, por supuesto, de otras consideraciones de diseño bastante familiares, como la potencia del motor, la geometría del dron (por ejemplo, la distancia de los rotores al eje longitudinal del dron, etc.). Como máximo, y dada la ventaja de la propulsión a velocidad constante de las palas, se podrá aumentar la velocidad constante (RPM) para compensar la pérdida de rendimiento de sustentación.

[0032] El experto también entenderá que en dicha realización la inclinación del eje de los pares de rotores, de modo que cada par de ejes converja hacia diferentes puntos en el mismo nivel a lo largo del plano del eje longitudinal del dron (plano x-z según el ejemplo ilustrado), al crear un ángulo y entre los planos de rotación de las palas del rotor, la invención también se puede aplicar a drones que tengan un sistema de propulsión híbrido (drones que combinan un motor de combustión interna (propulsado por gasolina) con un motor eléctrico de respaldo).

[0033] El experto también entenderá que en dicho aspecto de la inclinación del eje de los rotores, de modo que cada par de ejes converja hacia diferentes puntos en el mismo nivel a lo largo del plano del eje longitudinal del dron (plano x-z según el ejemplo ilustrado), al crear un ángulo y entre los planos de guiñada de las palas del rotor, la invención también se puede aplicar no sólo en drones cuadricópteros (que por definición comprenden una serie de cuatro rotores), como el dron 210, sino también en otros drones multirrotor (por ejemplo, drones que tienen conjuntos de 6, 8, 10 o 12 rotores).

[0034] Además, según el ejemplo ilustrado, la inclinación de los pares de rotores, de modo que cada par de ejes converja hacia diferentes puntos en el mismo nivel a lo largo del plano del eje longitudinal del dron, tiene lugar en el plano x-z en dirección ascendente, pero el experto entenderá que la inclinación de este par de ejes, según la invención, podría aplicarse también en el mismo plano también hacia abajo o en otros planos del dron (hacia arriba o hacia abajo).

[0035] Se hace referencia a las figuras 3 y 3a; 4 y 4a; Y 5 y 5a. Las figuras 3 y 3a; 4 y 4a; y 5 y 5a son vistas laterales de otras tres configuraciones de drones cuadricópteros según la invención (respectivamente): 310, 410 y 510, en las que, al igual que el dron 210 al que señalamos anteriormente (en referencia a la figura 2), la característica distintiva de la invención también se implementa en la estructura de estos drones, es decir, la inclinación simétrica del eje de movimiento de pares de rotores, por lo que cada par de ejes converge hacia diferentes puntos en el mismo nivel a lo largo del plano del eje longitudinal del dron. Sin embargo, a diferencia del dron 210, en los drones 310, 410 y 510, la inclinación es en diferentes direcciones y/o en otros planos (en comparación con el eje inicial, como se define en las figuras 1, 2 y 2a).

[0036] En el dron 310, que se ilustra en las figuras 3 y 3a, el eje de movimiento (335) de los pares de rotores (315, 320, 325, 330) están inclinados hacia afuera y convergen hacia abajo (a diferencia del eje de movimiento de los pares de rotores del dron 210, que se inclinan hacia adentro y convergen hacia arriba). En el dron 410 ilustrado en las figuras 4 y 4a, el eje de movimiento (435) de los pares de rotores está inclinado para crear un ángulo y entre los planos de rotación del par de rotores 420 y 430 y crear un ángulo y entre los planos de rotación del par de rotores 415 y 425. En otras palabras, el eje converge hacia arriba hacia otro plano de eje longitudinal del dron (hacia el plano y-z, a diferencia del plano x-z en el que convergieron los pares de ejes en el dron 210). En el dron 510, ilustrado en las figuras 5 y 5a, el eje de movimiento (535) de los pares de rotores se inclina hacia afuera y converge hacia abajo para crear un ángulo y entre

los planos de guiñada del par de rotores 520 y 530 y crear un ángulo γ entre los planos de rotación del par de rotores 515 y 525 (mientras que además y de forma similar al dron 410, convergen hacia otro plano de eje longitudinal del dron (al plano y-z en contraposición al plano x-z en el que convergieron los pares de ejes de rotores en el dron 210).

[0037] El experto entenderá que las inclinaciones simétricas del eje de movimiento de pares de rotores, como se ilustra en los drones 310, 410 y 510, en combinación con la capacidad dinámica de modificar los ángulos de cabeceo de las palas de cada uno de los rotores instalados en él permiten producir pares en el plano de guiñada (x-y), lo que proporciona a cada uno de ellos, similar al dron 210, una maniobrabilidad de guiñada mejorada, sin tener que ajustar la velocidad de rotación de los rotores (en otras palabras, manteniendo unas RPM constantes). Todo lo que se necesita para que los drones 310, 310 y 510 realicen una maniobra de guiñada es aumentar el ángulo de cabeceo (α) del par de rotores diagonalmente opuestos, cada uno de otro par de los dos pares inclinados simétricamente, y reducir el ángulo de cabeceo (α) del par de rotores diagonalmente opuestos restante, cada uno de otro par de pares inclinados simétricamente, de una manera que recluta las fuerzas laterales (F), los productos finales de las inclinaciones simétricas de los pares de rotores, para aumentar el par requerido para una maniobra de guiñada eficiente.

[0038] Se hace referencia a las figuras 6 y 7. Las figuras 6 y 7 (respectivamente) muestran una vista en perspectiva del dron cuadricóptero 610, que incorpora estructuralmente una configuración geométrica específica de la invención, como se describió anteriormente para el dron 210 (en referencia a las figuras 2 y 2a que muestran una ilustración esquemática del dron 210 a modo de ejemplo únicamente); y una vista "despiezada" que representa los elementos del dron 610.

[0039] Como se describirá a continuación con referencia a las figuras, el dron 610 es un cuadricóptero que tiene un sistema de propulsión híbrido (motor de combustión interna montado junto a un motor eléctrico para funcionar como respaldo en caso de que uno de ellos falle) y permite modificar el ángulo de cabeceo (α) de las palas de los cuatro rotores - 615, 620, 625 y 630 montados en ellos (cada uno tiene una configuración de dos palas). En el dron 610, el sistema de propulsión impulsa los cuatro rotores a la misma velocidad en un momento dado (es decir, un dron que tiene RPM constantes).

[0040] Como se señaló anteriormente, el dron 610 incorpora estructuralmente una configuración geométrica específica de la invención, como se describió anteriormente para el dron 210 - desde el momento en que se ensambla, el eje de movimiento (635) de cada uno de los cuatro rotores está inclinado simétricamente en relación con el plano de guiñada x-y, de modo que cada par de ejes converja hacia diferentes puntos en el mismo nivel a lo largo de un plano del eje longitudinal del dron (plano x-z), mientras se crea un ángulo γ entre los planos de rotación de las palas del rotor que es menor de 180°.

[0041] El dron 610 está compuesto por un elemento de chasis 752, que puede fabricarse, por ejemplo, de aluminio o materiales compuestos. El árbol de accionamiento principal 755 sirve para cambiar el impulso desde el sistema de propulsión 758, en cada lado, a los rotores. El sistema de propulsión del dron 610 es, como se indica, un sistema híbrido y está compuesto por un motor eléctrico 761, que está instalado en configuración en tándem y en paralelo al motor de combustión interna 764 (según el ejemplo ilustrado, en una configuración en tándem - uno al lado del otro - en el centro del dron). En caso de un fallo, el motor eléctrico 761 puede ser accionado por el conjunto de embrague 777, lo que permite propulsar el árbol de accionamiento principal mediante el motor eléctrico en caso de un mal funcionamiento/fallo del motor de combustión interna (y viceversa). El conjunto de embrague 777 también puede incluir engranajes reductores para ajustar el número de revoluciones del sistema de propulsión según sea necesario. El estante 780 también está formado en el elemento de chasis 752. La estantería sirve para montar en ella los conjuntos de aviónica del dron (conjuntos que no están ilustrados, pero que suelen incluir sistemas de comunicación, navegación, piloto automático y mando). El tren de aterrizaje 783 está montado debajo del elemento del chasis. El experto entenderá que el elemento de chasis también puede estar fabricado con varillas de refuerzo (no ilustradas) que se extienden desde el mismo hacia cada uno de los rotores. La propulsión generada por el sistema de propulsión 758 se transfiere a través del árbol de accionamiento principal 755, simultáneamente a dos conjuntos de engranajes 786 y 789. Cada uno de los conjuntos de engranajes está formado en una configuración en T como engranajes de rueda dentada cónica para permitir dividir la propulsión simultáneamente con inclinar angularmente su dirección.

[0042] Según el ejemplo ilustrado, la inclinación angular se produce en los conjuntos de engranajes de una manera que conduce a inclinar el eje de movimiento (635) de cada uno de los cuatro rotores en una configuración simétrica en relación con el plano de guiñada x-y, de modo que cada par de ejes converja hacia diferentes puntos en el mismo nivel a lo largo de un plano de eje longitudinal del dron (plano x-z), creando al mismo tiempo un ángulo γ entre los planos de rotación de las palas del rotor inferior a 180°. El experto entenderá que esto es sólo un ejemplo, y que la inclinación buscada también puede producirse por otros medios, por ejemplo, instalando engranajes que permitan dicha inclinación cerca de cada uno de los rotores.

[0043] La propulsión desde los conjuntos de engranajes hacia cada uno de los rotores se transfiere mediante barras del árbol de accionamiento 792, 795, 798 y 801. Cada una de las barras del árbol de accionamiento está conectada al conjunto de engranajes L, que está alineado en su lado para impulsar un rotor. La barra del árbol de accionamiento 792 está conectada al conjunto de engranajes L 804 (rotor de propulsión 615), la barra del árbol de accionamiento 795 está conectada al conjunto de engranajes L 807 (rotor de propulsión 620), la barra del árbol de accionamiento 798 está conectada al conjunto de engranajes L 811 (rotor de propulsión 625) y el árbol de accionamiento la barra 801 está

conectada al conjunto de engranajes L 814 (rotor de propulsión 630).

[0044] Cada uno de los conjuntos de engranajes está formado en una configuración en L como un engranaje que implementa ruedas dentadas cónicas de una manera que permite inclinar angularmente la dirección de la propulsión. Según el ejemplo ilustrado, la inclinación angular lograda por el conjunto de engranajes L es 900 (ya que la inclinación angular necesaria para obtener un ángulo γ entre los planos de rotación de las palas ya la producen los conjuntos de engranajes T (786 y 789)). Sin embargo, el experto entenderá que también los conjuntos de engranajes en L pueden estar formados como engranajes, por ejemplo, de ruedas dentadas cónicas, de manera que permitan lograr la inclinación buscada requerida para obtener el ángulo γ , en su totalidad o en parte, en este sitio.

[0045] Cada uno de los conjuntos de engranajes en L también comprende un conjunto para accionar la modificación del ángulo de cabeceo (α) de las palas del rotor al que está conectado. El experto en la materia está familiarizado con una serie de conjuntos de accionamiento de este tipo, que podrían basarse, por ejemplo, en un pequeño servomotor eléctrico con una transmisión que traduce el movimiento del motor en movimientos lineales opuestos de pares de brazos que están conectados a las palas del rotor y modificar su ángulo de cabeceo en un movimiento pivotante. Equipar cada uno de los rotores, como se ilustra, con un actuador de modificación del ángulo de cabeceo permite, como se dijo, dinámicamente, durante el vuelo, la modificación del ángulo de cabeceo, para cada rotor específico, de dichas palas de rotor específicas.

[0046] Como se señaló, el dron 610 es sólo un ejemplo de cómo se implementa la invención. Ya se ha probado un dron como el dron 610 y se ha demostrado que ha mejorado la eficiencia en las maniobras del plano de guiñada. El ángulo γ entre los planos de rotación del dron de prueba diseñado para estar dentro del rango según la invención - 1730 en el dron de prueba. El dron de prueba estaba equipado con un motor eléctrico, tipo AXI-F3A-53XX (2500W) y un motor de combustión interna de pistón de dos tiempos tipo ZENOAH 26cc (2,5 HP). Como se indicó, el dron de prueba estaba compuesto por cuatro rotores de dos palas, cada uno con una longitud de pala de 330 mm. Durante su vuelo y para lograr una maniobrabilidad mejorada, fue suficiente explotar la posibilidad de modificar el ángulo de cabeceo de las palas (α) dentro de un rango de ángulo de 0-60 (donde los actuadores de modificación del ángulo de cabeceo (α) permiten una modificación angular mucho mayor (-230- +350). En otras palabras, operar el dron de prueba según la invención a RPM constantes simplemente requería una modificación relativamente ligera del ángulo de cabeceo de las palas, de una manera que mantuviera una resistencia relativamente baja y no afectara su eficiencia para lograr un mejor rendimiento de guiñada (como resultado de la contribución de las fuerzas laterales (F) conseguidas según la invención, véase la figura 2 y las explicaciones proporcionadas anteriormente en este contexto). Las dimensiones del dron de prueba fueron 90 cm * 90 cm (la distancia entre los ejes de los planos de rotación de las palas del rotor). El peso al despegue fue de 11 kg. El dron de prueba llevó una carga útil de 3 kg en un perfil de misión de vuelo durante aproximadamente tres horas y fue diseñado para volar a altitudes de hasta 12.000 pies (3657,6 m) a una velocidad de crucero promedio de 65 nudos, al tiempo que demostró una maniobrabilidad de guiñada mejorada, como se indicó, a la luz de la implementación de la invención en la estructura del dron.

[0047] Por lo tanto, el dron 610 como se describe anteriormente en relación con las figuras 6 y 7 es un ejemplo práctico y probado de la aplicación de la invención, pero cualquier experto entenderá que esto es sólo un ejemplo, y la invención también podría aplicarse en otras configuraciones geométricas (ver, por ejemplo, las diferentes geometrías de drones 310, 410 y 510, como se describió anteriormente en referencia a las figuras 3 y 3a; 4 y 4a; y 5 y 5a).

[0048] Además, el experto entenderá que esto, como se indica, es sólo un ejemplo también con respecto al tipo de dron (cuadricóptero en este caso específico) y con respecto a los diversos componentes estructurales utilizados: sistemas de propulsión, transmisiones/engranajes, cuchillas, etc., así como componentes y conjuntos comercialmente conocidos.

[0049] De hecho, en vista de la descripción proporcionada anteriormente con referencia a las figuras adjuntas, el experto entenderá que la invención también se materializa en un método general. Un método general aplicable en una amplia gama de drones de múltiples palas que proporciona la capacidad de modificar el ángulo de cabeceo de las palas del rotor instaladas en ellos (α) para proporcionar a esos drones una maniobrabilidad de guiñada mejorada y al mismo tiempo permitir una fácil instalación de un sistema de propulsión claramente preferido - un motor de combustión interna (de gasolina). Esto se logra con el fin de lograr una maniobrabilidad mejorada también a RPM constantes (evitando así la necesidad de instalar el dron con engranajes reductores difíciles de manejar).

[0050] Un método que incluye la etapa de proporcionar el eje de movimiento (235, 335, 435, 535, 635) de cada uno de los rotores instalados en el mismo, en donde están inclinados en una configuración simétrica con relación al plano de guiñada del vehículo aéreo (x-y) de modo que cada par de ejes converja hacia otro punto en el mismo nivel a lo largo de un plano del eje longitudinal del dron mientras se crea un ángulo γ entre los planos de rotación de las palas de cada par, que es inferior a 180° pero superior a 1400.

[0051] En el segundo estado, el método podría incluir maniobrar el vehículo aéreo para guiñar aumentando el ángulo de cabeceo (α) de las palas del par de rotores diagonalmente opuestos, cada uno de otro par de dichos pares de rotores inclinados simétricamente, y reduciendo el ángulo de cabeceo (α) de las palas de los rotores restantes que también están diagonalmente opuestos entre sí, cada uno de un par diferente de dichos dos pares de rotores inclinados simétricamente.

[0052] Además, a la luz de la descripción dada anteriormente con referencia a las figuras adjuntas, el experto entenderá

que la invención se puede aplicar no sólo a vehículos aéreos multipala no tripulados (drones según los ejemplos aquí proporcionados), sino también a los aviones tripulados de varias palas (es decir, que incluyen un equipo como un piloto o incluso un médico; en el caso de un aeronave de varias palas que se pilota por control remoto, pero que sirve para rescatar a una persona herida y tratarla en vuelo).

[0053] Además, a la luz de la descripción proporcionada anteriormente en el presente documento mientras se hace referencia a las figuras adjuntas, un experto también entenderá que generar fuerzas laterales (F) que contribuyen y aumentan el par relativamente pequeño debido al arrastre, que normalmente es generado por la modificación del ángulo de cabeceo de las palas de los rotores del vehículo aéreo, de una manera que proporciona al vehículo aéreo según la invención, una maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada, también se puede lograr en el diseño de un vehículo aéreo de múltiples palas del tipo en el que los ejes de cada uno de sus rotores están todos inclinados hacia el centro del vehículo aéreo (véase, por ejemplo, el dron cuadricóptero '10 como se representa en las figuras 1 y 1a y se describe anteriormente en el capítulo "Antecedentes de la invención").

[0054] Se hace referencia a las figuras 8 y 8a. Las figuras 8 y 8a son (respectivamente) una vista en perspectiva esquemática del dron cuadricóptero 810 y vistas frontales y laterales esquemáticas de dicho dron. De manera similar al dron '10, el eje de movimiento (835) de cada uno de los cuatro rotores del dron 810 - 815, 820, 825 y 830, todos se inclinan ligeramente hacia el centro del dron. Otra característica del dron 810 es que es un tipo de dron que permite modificar el ángulo de cabeceo (α) de sus palas del rotor. La maniobrabilidad de guiñada mejorada del dron 810 se logra proporcionando al dron 810 una dimensión geométrica (x) entre su par de rotores delanteros - 815, 820 y su par de rotores traseros - 825, 830 y una segunda dimensión geométrica diferente (y) entre los rotores de cada uno de dichos pares.

[0055] Un experto entenderá que al proporcionar al dron 810 tales dimensiones geométricamente diferentes (x, y) también se generarán fuerzas laterales (F) que contribuyen y aumentan el par relativamente pequeño debido al arrastre, que normalmente se genera por la modificación del ángulo de cabeceo (α) de las palas de los rotores del dron 810, de manera que proporcione al dron 810 según la invención una maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada.

[0056] El solicitante de la patente proporcionó la descripción anterior haciendo referencia a las figuras adjuntas únicamente con fines ilustrativos.

REIVINDICACIONES

1. Un dron cuadricóptero (210), que permite modificar el ángulo de cabeceo (α) de sus palas de rotores (215, 220, 225, 230),
5 en el que:
el eje de movimiento (235) de al menos dos pares de rotores del dron cuadricóptero están inclinados en una configuración simétrica en relación con el plano de guiñada del dron cuadricóptero, de modo que cada par converge hacia otro punto en el mismo nivel a lo largo de un plano del eje longitudinal del dron cuadricóptero creando un ángulo (γ) entre los planos de rotación de los rotores de cada par, que es inferior a 180° y superior a 140° ;
10 en el que dicho dron permite maniobrar en su plano de guiñada, pero modificando los ángulos de cabeceo (α) de las palas de sus rotores, sin cambiar la velocidad de rotación de dichas palas;
en el que los ejes de movimiento de los rotores están distanciados entre sí de manera que no hay superposición de los círculos de rotación de las palas del rotor de ninguno de los cuatro rotores;
15 en el que cada par de rotores consta de un rotor que gira en el sentido de las agujas del reloj y un rotor que gira en el sentido contrario a las agujas del reloj y rotores diagonalmente opuestos que giran en la misma dirección.
2. Un dron cuadricóptero según la reivindicación 1, en el que:
el sistema de propulsión de dicho dron comprende un motor de combustión interna (motor 764).
- 20 3. Un dron cuadricóptero según la reivindicación 1, en el que:
el sistema de propulsión de dicho dron es un sistema híbrido y está compuesto por un motor de combustión interna (764) en conjunto con un motor eléctrico (761).
- 25 4. Un método para proporcionar maniobrabilidad mejorada en el plano de guiñada de un dron cuadricóptero (210) que permite modificar el paso (α) de sus palas de rotores (215, 220, 225, 230), que incluye la etapa de - proporcionar el eje de movimiento (235) de al menos dos pares de rotores del dron cuadricóptero, cuando están inclinados en una configuración simétrica en relación con el plano de guiñada del dron cuadricóptero para que converjan en su dirección, cada par hacia otro punto en el mismo nivel a lo largo de una longitudinal plano del eje del dron, mientras se crea un ángulo (γ) entre los planos de rotación de las palas del rotor de cada par, que es inferior a 180° pero superior a 140° , en
30 el que los ejes de movimiento de los rotores están distanciados entre sí de modo que no haya superposición de los círculos de rotación de las palas del rotor de ninguno de los cuatro rotores, en el que cada par de rotores consta de un rotor que gira en el sentido de las agujas del reloj y un rotor que gira en el sentido contrario a las agujas del reloj y rotores diagonalmente opuestos que giran en la misma dirección.
- 35 5. El método de la reivindicación 4, en el que el método comprende además la etapa de - maniobrar el dron cuadricóptero para que guiñe aumentando el ángulo de cabeceo (α) del par de palas de rotor diagonalmente opuestas, cada una de otro par de dichos dos pares de rotores inclinados simétricamente, y reducir el ángulo de cabeceo (α) de las palas del par de rotores restantes que también están diagonalmente opuestos entre sí, cada uno de un par diferente de dichos dos pares de rotores inclinados simétricamente.
- 40 6. Un dron cuadricóptero (810), en el que el eje de movimiento (835) de cada uno de los rotores (815, 820, 825, 830) del dron cuadricóptero se inclina hacia el centro del dron cuadricóptero y dicho dron cuadricóptero es del tipo que permite modificar el ángulo de cabeceo (α) de las palas de sus rotores, en el que:
dicho dron cuadricóptero está formado con una dimensión geométrica (x) entre sus rotores delanteros y sus rotores traseros y una segunda dimensión geométrica diferente (y) entre los rotores de cada uno de los rotores delantero y trasero,
45 en el que los ejes de movimiento de los rotores están distanciados entre sí de manera que no hay superposición de los círculos de rotación de las palas del rotor de cualquiera de los cuatro rotores, en el que cada par de rotores consta de un rotor que gira en el sentido de las agujas del reloj y un rotor que gira en el sentido contrario a las agujas del reloj
50 y los rotores diagonalmente opuestos giran en la misma dirección.
7. Un dron cuadricóptero según la reivindicación 6, en el que:
dicha dimensión geométrica (x) está entre su par de rotores delantero y su par de rotores trasero y dicha segunda dimensión geométrica diferente (y) está entre los rotores de cada uno de dicho par de rotores delantero y trasero.

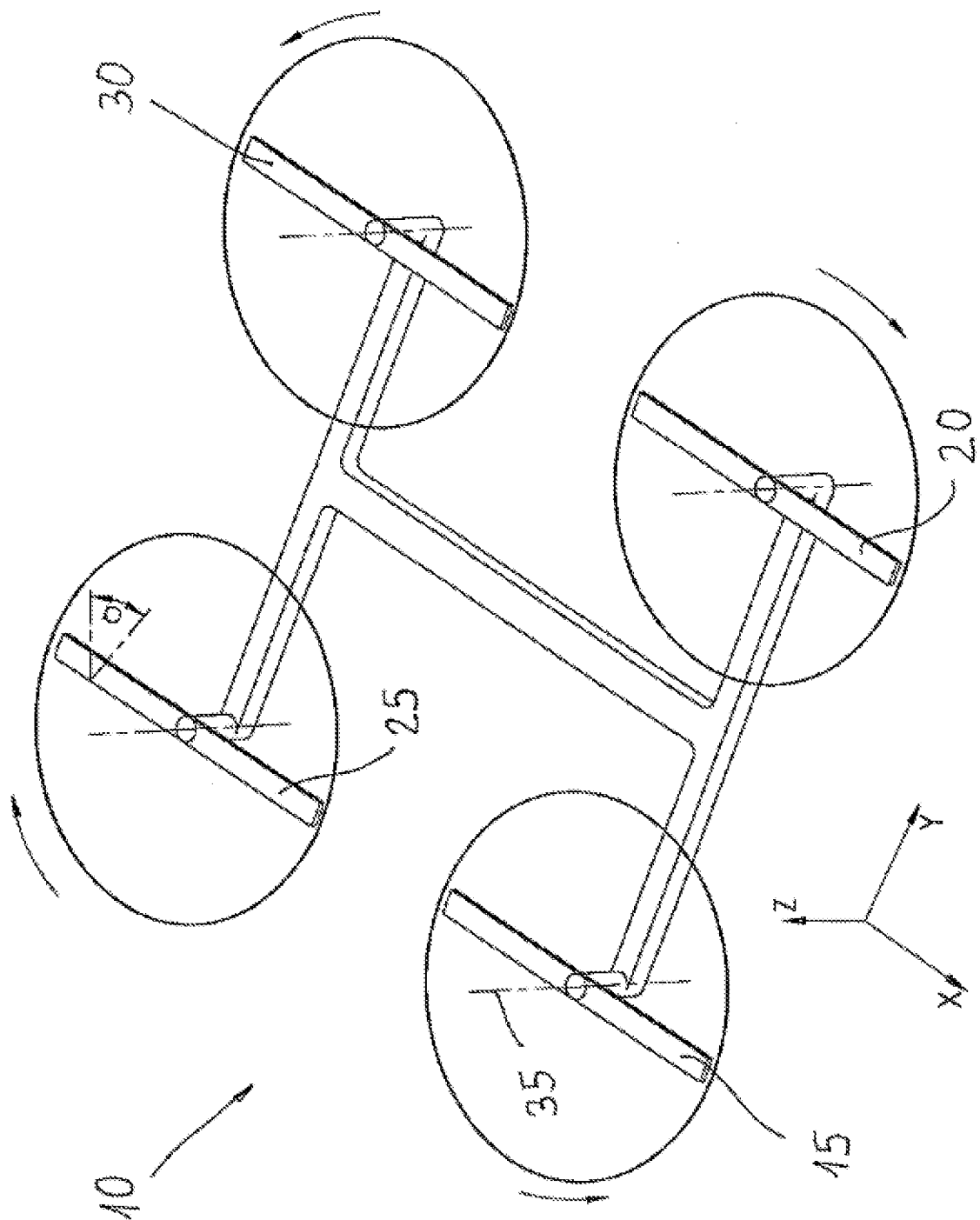


Fig. 1

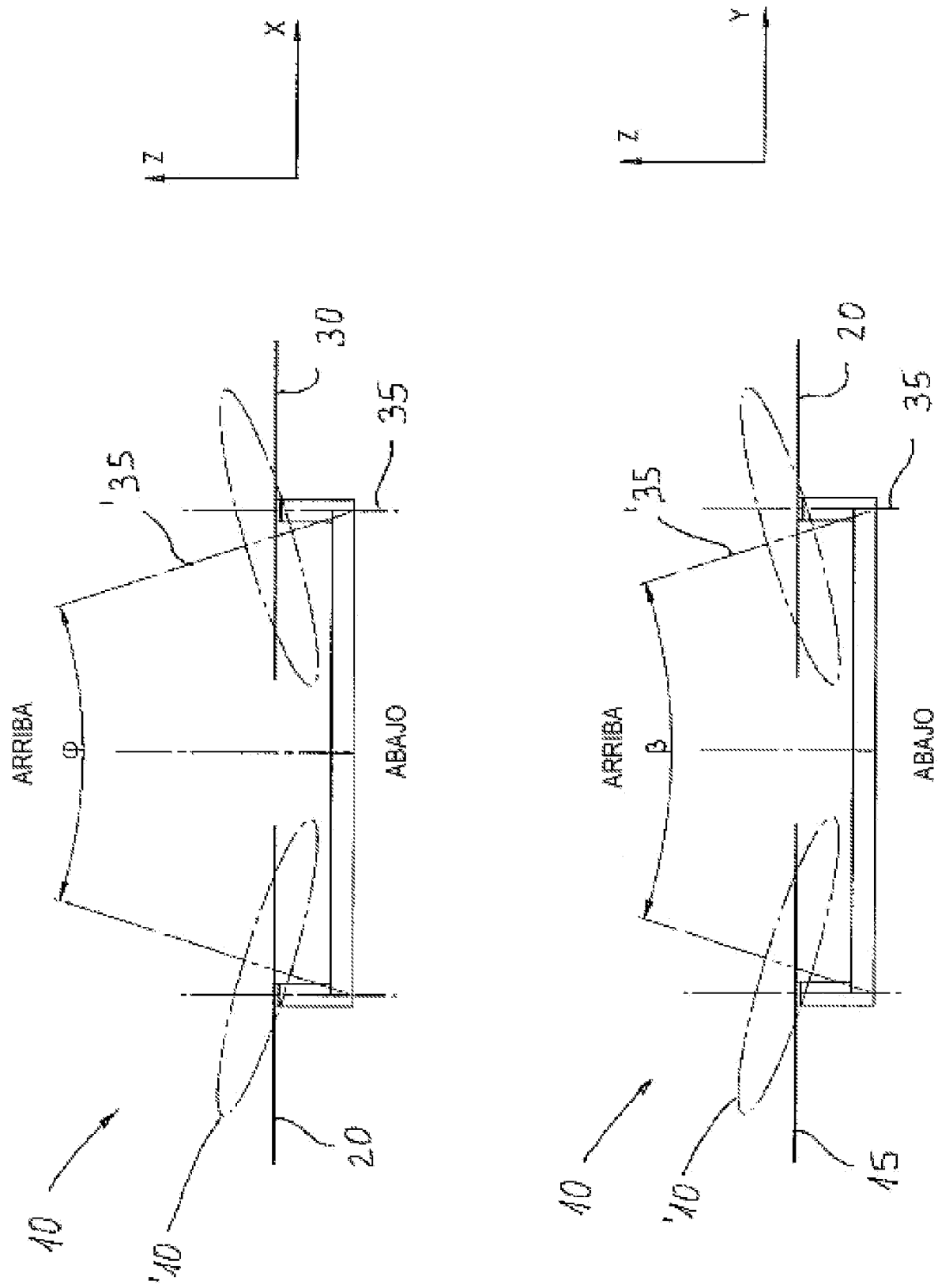


Fig. 1a

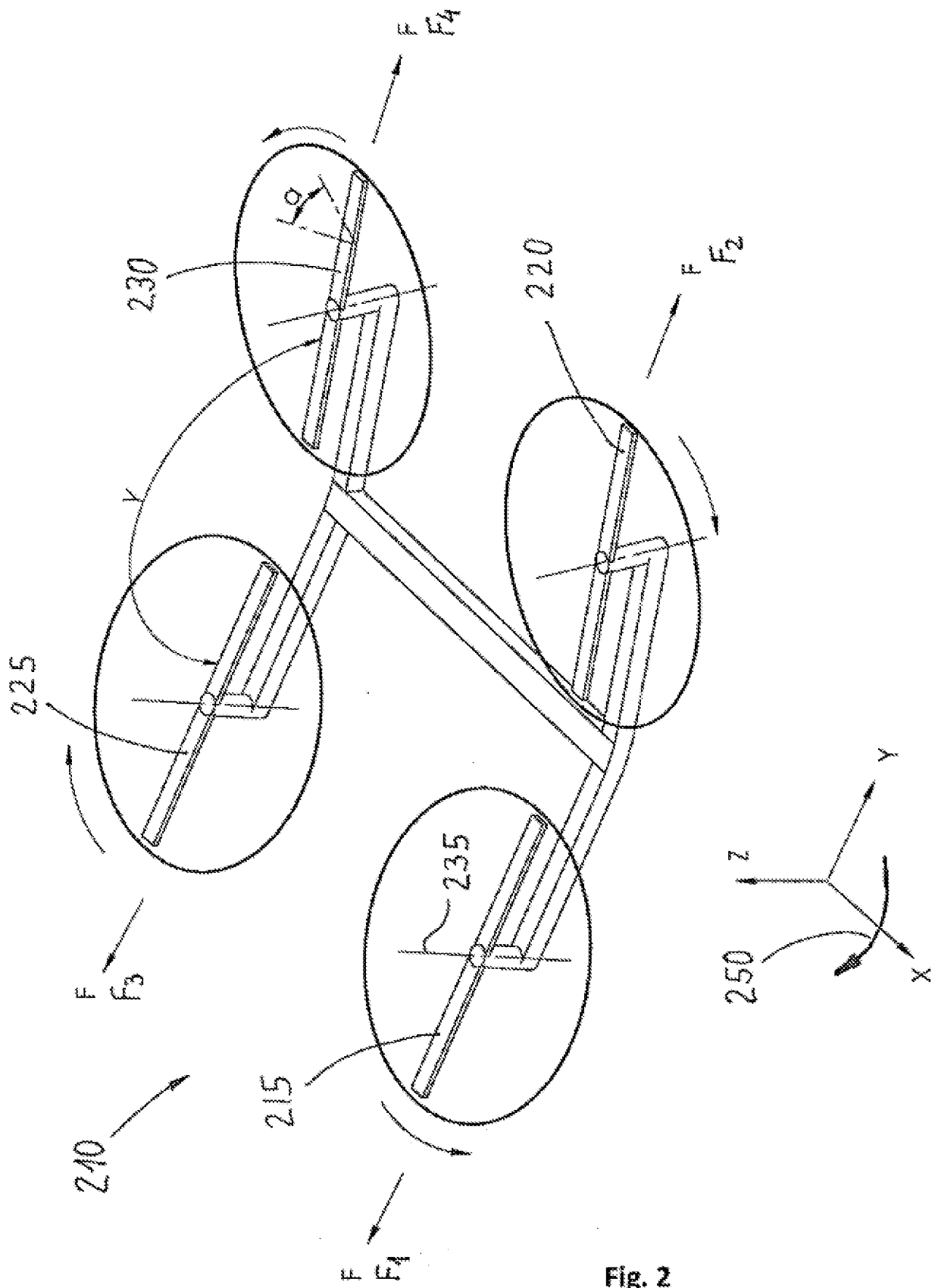


Fig. 2

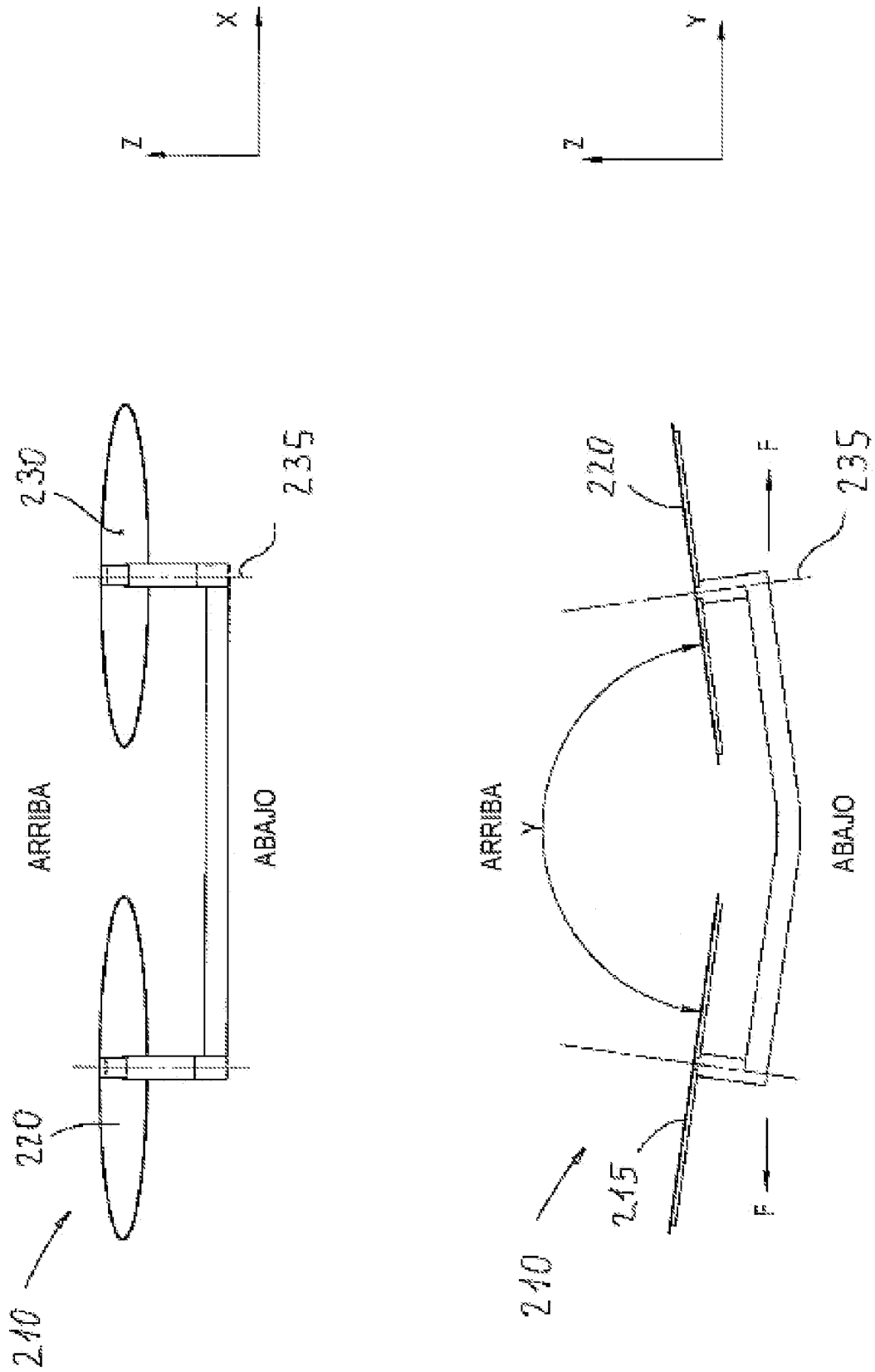
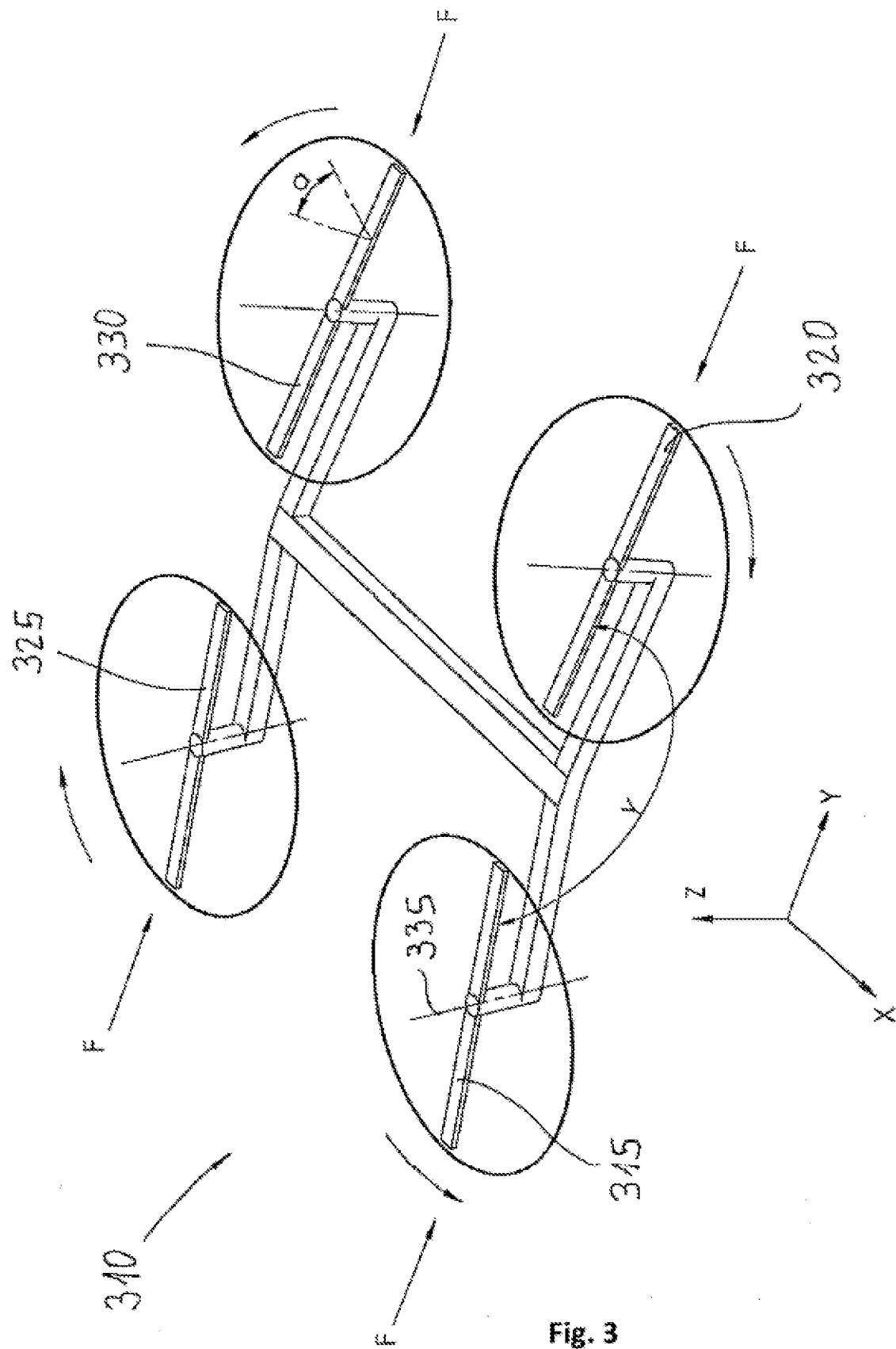


Fig. 2a



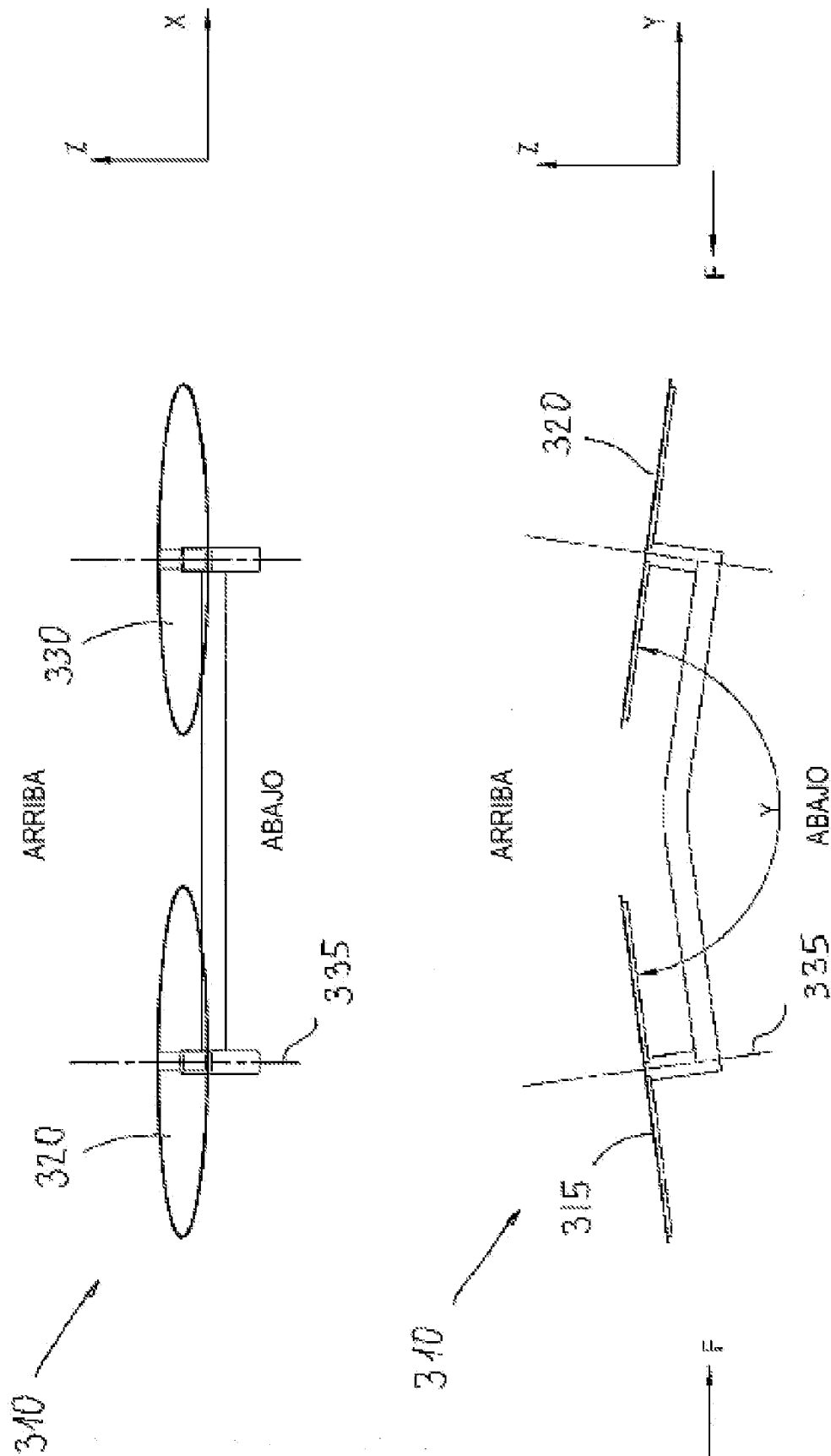


Fig. 3a

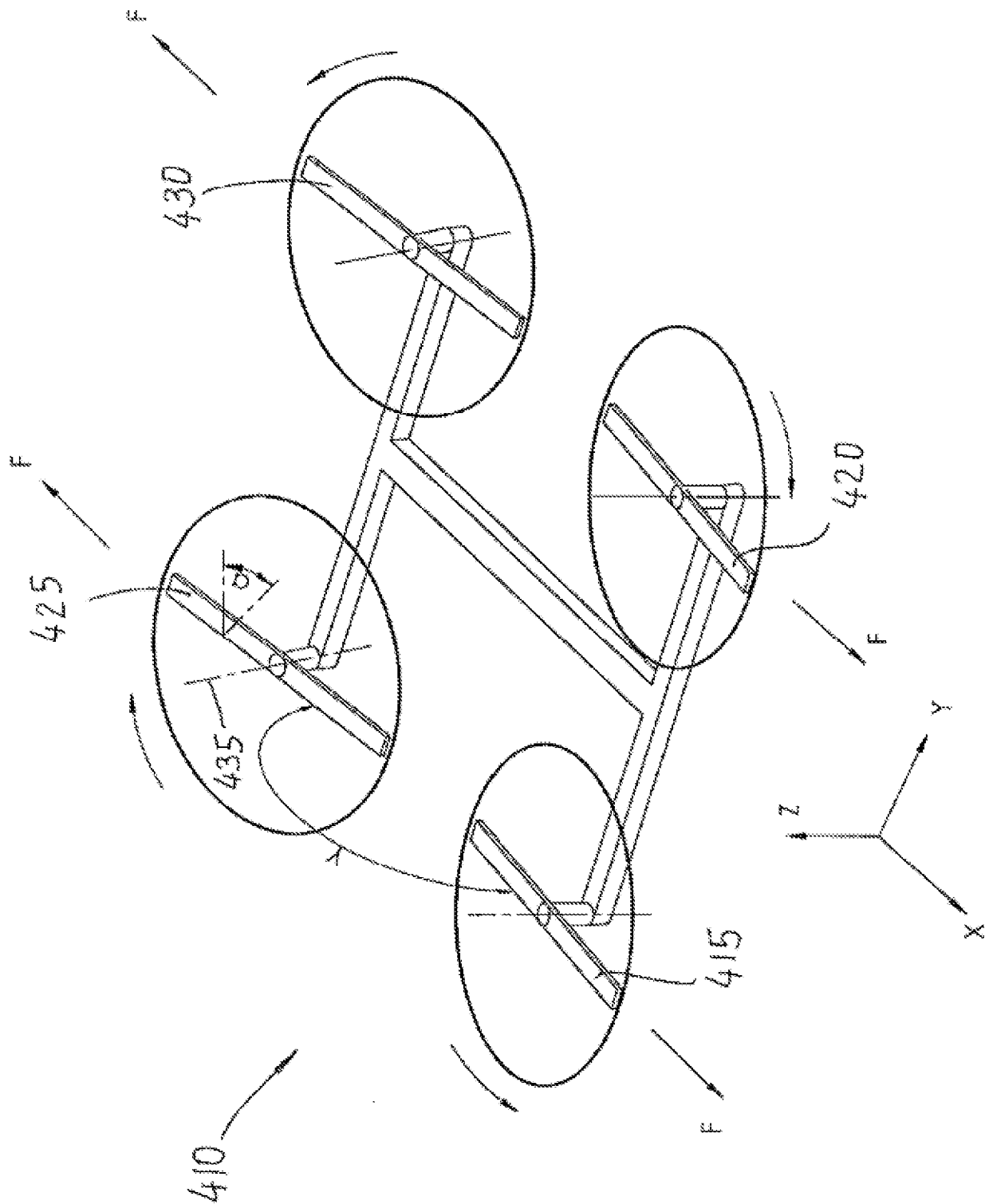


Fig. 4

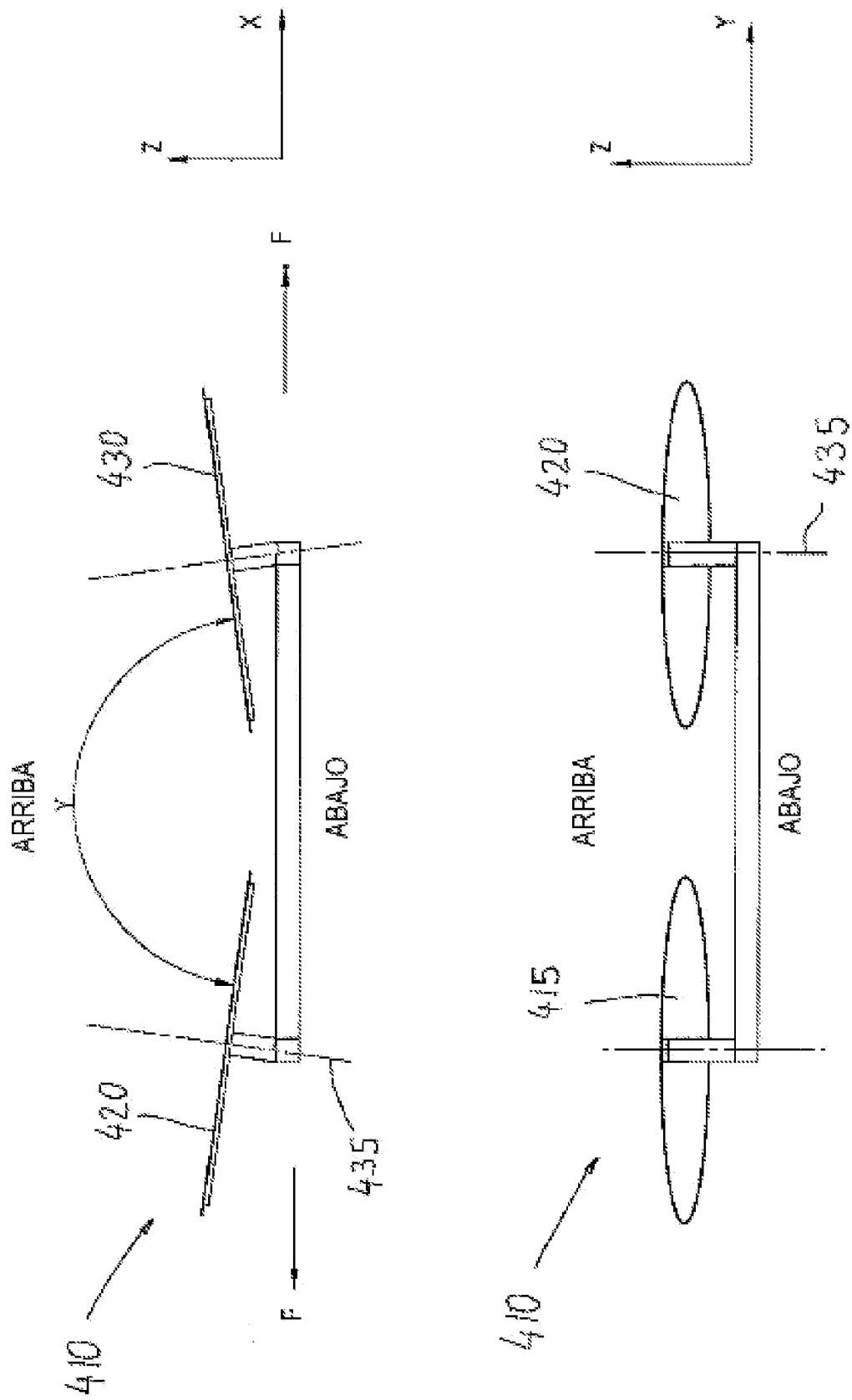


Fig. 4a

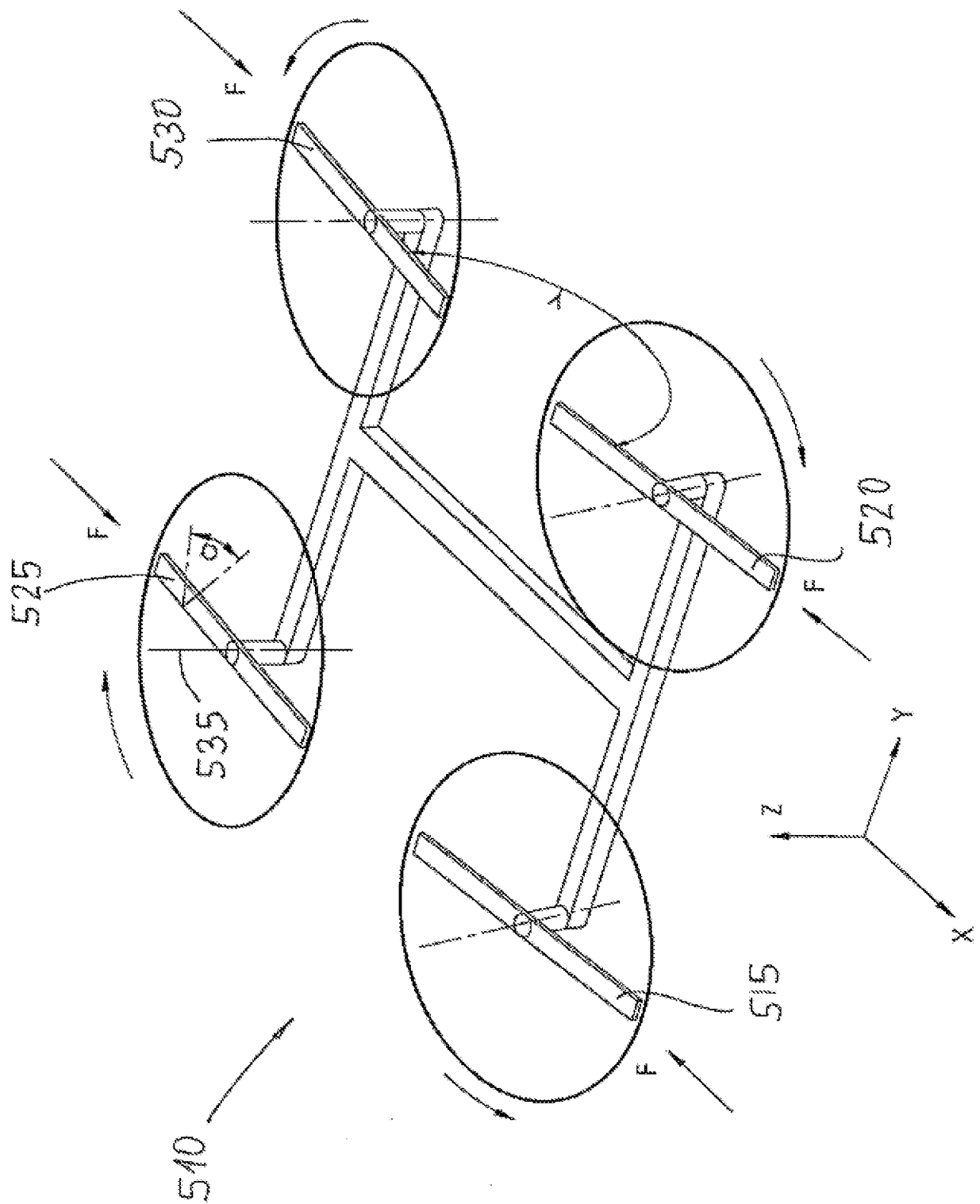


Fig. 5

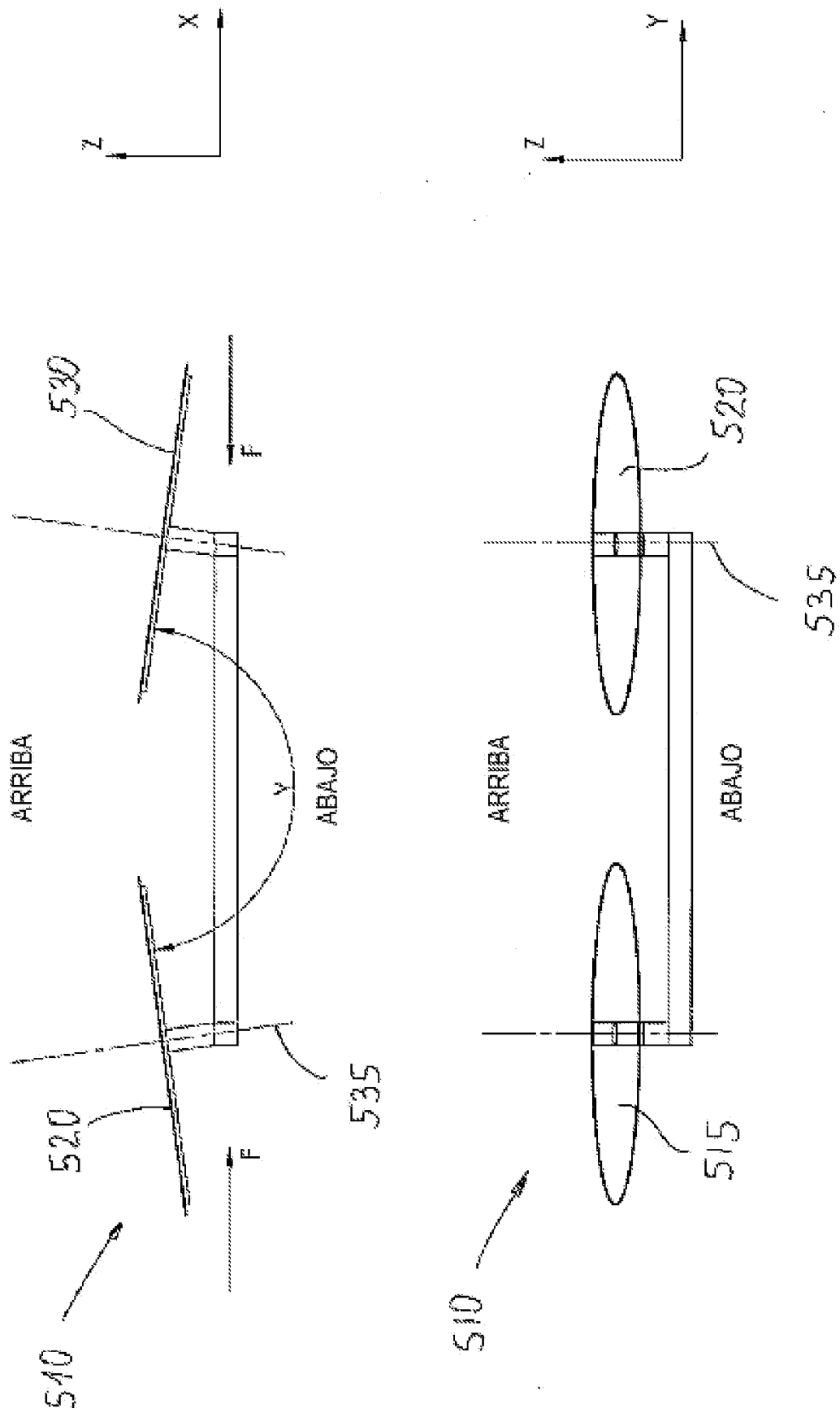


Fig. 5a

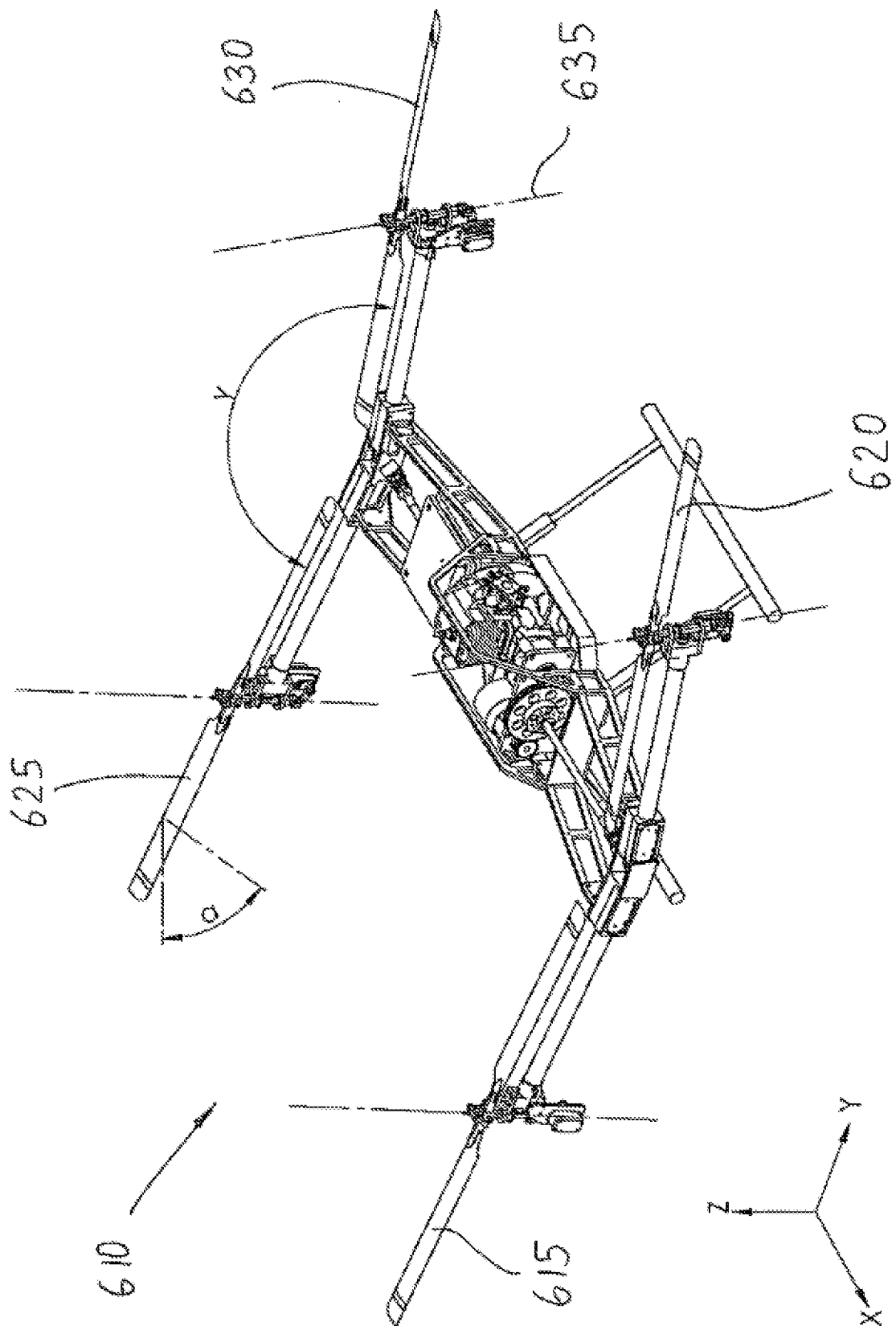


Fig. 6

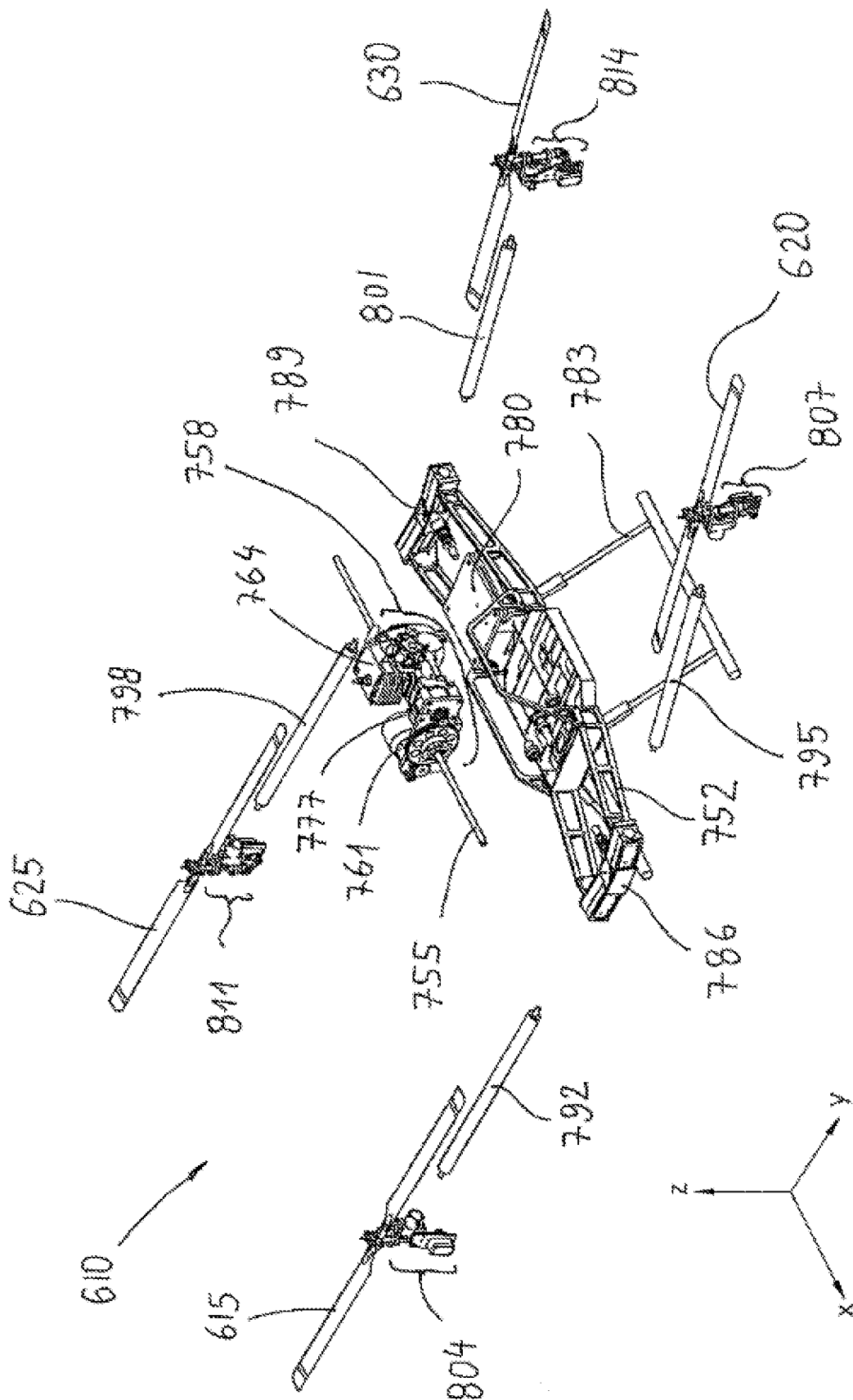


Fig. 7

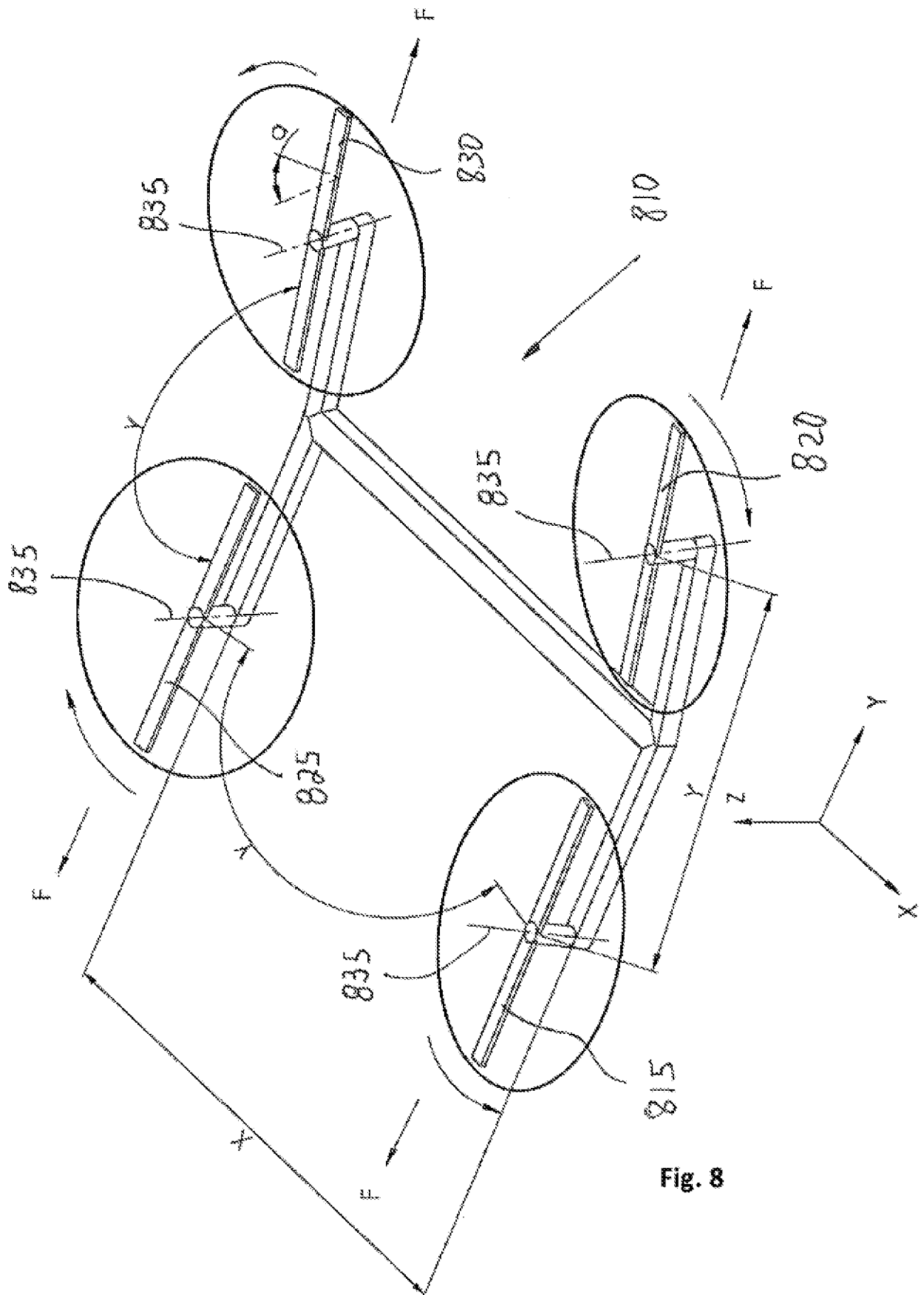


Fig. 8

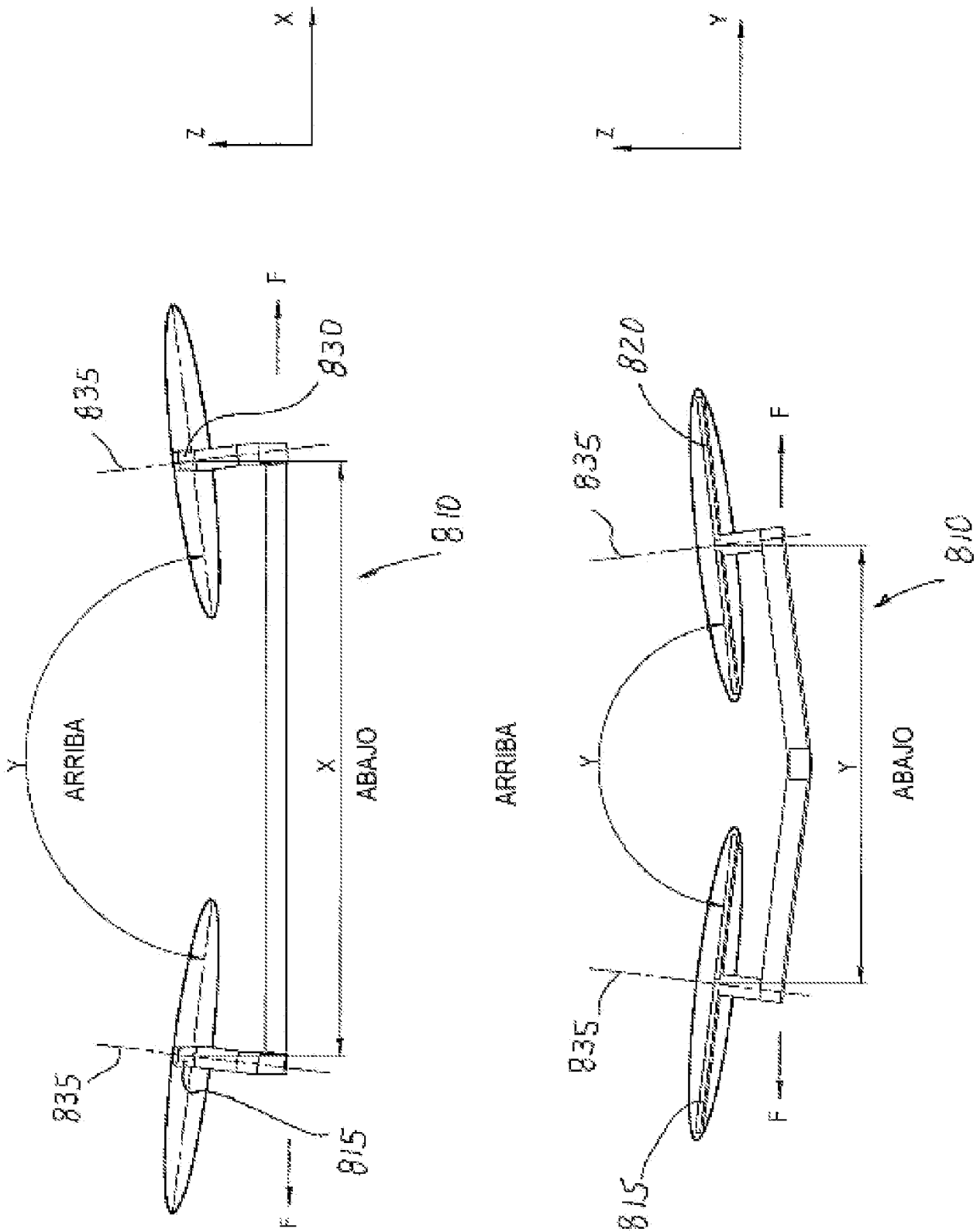


Fig. 8a