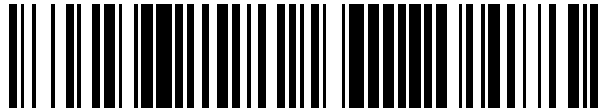


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 717**

51 Int. Cl.:

**B64C 29/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2016 PCT/FR2016/050268**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2016 WO16132040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2016 E 16707880 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3259183**

54 Título: **Aerodino VTOL con uno o más ventiladores axiales portantes**

30 Prioridad:

**16.02.2015 FR 1551280**

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

**25.11.2019**

73 Titular/es:

**HUTCHINSON (100.0%)  
2, rue Balzac  
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**SIMON, JEAN-MICHEL;  
DOMINIAK, CHRISTOPHE y  
ANDRE, SÉBASTIEN**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 732 717 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

Aerodino VTOL con uno o más ventiladores axiales portantes

### 5 Sector de la técnica

La invención se refiere a un aerodino de despegue y aterrizaje vertical, del tipo llamado VTOL (acrónimo de la expresión anglosajona *Vertical Take-Off and Landing*), cuya sustentación está garantizada, en particular en el despegue y en el aterrizaje, por al menos un ventilador portante axial, cuyo rotor es accionado alrededor de un eje de rotación sustancialmente vertical.

### Estado de la técnica

El aerodino de acuerdo con la invención está concebido para evolucionar en altitud por sus propios medios sin estar, necesariamente, conectado al suelo por una alimentación eléctrica o un cable de pilotaje por ejemplo. Se podrá utilizar, concretamente, como transportador de cargas útiles, en particular en zonas geográficas de difícil acceso, concretamente con relieves inaccesibles, y/o desprovistas de infraestructuras de comunicación.

Por estas razones, el aerodino de acuerdo con la invención debe presentar una arquitectura relativamente sencilla, pero fiable, y ser de producción relativamente económica, y por lo tanto ser más conveniente que los aerodinos análogos del estado de la técnica para las diversas expectativas de la práctica.

En particular, existen necesidades importantes de aerodinos VTOL de un volumen pequeño en el suelo y de costes de adquisición y de utilización limitados, capaces de transportar cargas del orden de 300 kg, a distancias de varias decenas a varios cientos de km, y cuya masa en vacío está limitada a 450 kg en Europa, y a 650 kg en los EE. UU., para entrar en la categoría de los aerodinos llamados ULM (ultra ligero motorizado), con una potencia instalada del orden de 120 a 130 kW para accionar la hélice de un ventilador portante de un diámetro inferior a 2,5m.

Los documentos WO 2012/063220 y US 2013/0251525 describen aerodinos de despegue y aterrizaje vertical, de tipo llamado VTOL, que comprenden:

- una estructura portante, a la que están conectados estructuralmente:
- al menos un ventilador portante axial, con eje de rotación sustancialmente vertical y fijo con respecto a dicha estructura portante, y capaz de garantizar la sustentación del aerodino,
- al menos un grupo moto-sustentador, que comprende al menos un motor de accionamiento principal de dicho ventilador portante,
- al menos tres ventiladores de actitud, capaces de controlar la actitud del aerodino en balanceo y cabeceo, siendo cada ventilador de actitud un ventilador con motorización eléctrica,
- estado cada ventilador de actitud fijado, respectivamente, a uno de una pluralidad de brazos alargados, distribuidos de forma sobresaliente lateral externa alrededor de dicha estructura portante, a la que está conectado cada brazo por una parte de extremo llamada interna, de modo que el eje de rotación de cada ventilador de actitud sea fijo con respecto a dicha estructura portante, y que todos los ventiladores de actitud estén situados en el exterior del volumen ocupado centralmente por dicho ventilador portante
- al menos una batería de alimentación de las motorizaciones eléctricas de los ventiladores de actitud,
- un tren de aterrizaje, fijado debajo de dicha estructura portante, y
- al menos una barquilla, capaz de soportar una carga útil y/o dicha batería.

### Objeto de la invención

La invención propone un aerodino del tipo presentado anteriormente, que se caracteriza por que alerones de control de la guiñada, ajustables en incidencia, son portados por al menos uno de los brazos portantes de los ventiladores de actitud, y preferentemente por el o los brazos portantes orientados paralelamente al sentido de desplazamiento del aerodino.

De este modo, dichos alerones pueden garantizar eficazmente el control del aerodino en guiñada, y en particular mejorar la estabilidad en vuelo transversal del aerodino por este o estos dichos alerones que son portados por el o los brazos portantes orientados paralelamente al sentido de desplazamiento transversal del aerodino.

Una ventaja importante de la invención es que las funciones de sustentación y de equilibrado del aerodino son cumplidas por medios distintos, estando la sustentación garantizada, en configuración de vuelo vertical, por el ventilador portante, cuyo eje de rotación es fijo con respecto a la estructura, y el equilibrado en balanceo y cabeceo está garantizado esencialmente por los ventiladores de actitud, en todas las configuraciones de vuelo del aerodino. Por lo tanto, no es necesario hacer pivotar el ventilador portante para conseguir la transición entre el vuelo vertical (en el aterrizaje y en el despegue) y el vuelo llamado "horizontal" o en translación, siendo siempre esta transición el punto débil de los aerodinos VTOL, y la realización de la transmisión, que conecta el grupo moto-sustentador al rotor

del ventilador portante resulta considerablemente más sencilla, de hay una mayor fiabilidad, y ligera.

Además, ventajosamente, el centro de gravedad de dicho al menos un motor de accionamiento principal está situado verticalmente debajo de dicho ventilador portante y encima del plano formado por hélices de dichos ventiladores de actitud. De este modo, el equilibrado de la base del aerodino está garantizado, de manera rápida y eficaz por los ventiladores de actitud, separados del centro de gravedad del aerodino, situado en el eje del ventilador portante, por sus brazos portantes, dando a los ventiladores de actitud brazos de palanca significativos, sobre todo si cada ventilador de actitud está fijado al extremo externo del brazo portante correspondiente, de modo que la motorización eléctrica de cada ventilador de actitud puede estar garantizada por un pequeño motor eléctrico rápido y reactivo, fácil de controlar y pilotar, por ejemplo mediante circuitos con modulación de anchura de impulso, del tipo llamado PWM (*Pulse Width Modulation*), a partir de señales de control suministradas por una central de pilotaje y de navegación que consta concretamente de sensores tales como altímetro, acelerómetros, e instrumentos de navegación tales como giroscopios, brújula, sistema GPS, etc.

Ventajosamente, el motor de accionamiento principal del ventilador portante es un motor de combustión interna (motor térmico). Este tipo de motor tiene la ventaja de presentar una relación elevada de potencia suministrada respecto a peso, pero necesita ser alimentado con carburante desde al menos un depósito de carburante soportado por la estructura portante.

Ventajosamente además, dicho ventilador portante es un ventilador que comprende dos hélices multipala, coaxiales y contrarrotantes, de paso fijo o colectivamente variable. Ventajosamente, también puede estar protegido por un carenado muy calado (una protección) para preservarlo de contactos exteriores sin perjudicar a una circulación transversal del aire, y esta protección es soportada por la estructura portante, de modo que la envuelta de dicha protección no soporta ninguna carga directa susceptible de deformarla y de perjudicar al correcto funcionamiento del ventilador portante.

Los ventiladores de actitud pueden ser no carenados. Pero, ventajosamente, los ventiladores de actitud son ventiladores carenados para poder generar un fuerte empuje en un volumen razonable concretamente en situación de avería de la propulsión principal. Por el contrario, dicho al menos un ventilador portante no es carenado, sino, preferentemente, protegido por una estructura de protección calada.

Ventajosamente aún, los ventiladores de actitud comprenden, cada uno, dos hélices multipala, coaxiales y contrarrotantes, accionadas, cada una, respectivamente, por uno de dos motores eléctricos distintos, preferentemente de potencia sustancialmente igual, o accionadas colectivamente por uno o varios motores eléctricos.

Un punto muy importante de la invención es que, para garantizar la supervivencia del aerodino, en caso de fallo del motor de accionamiento principal del ventilador portante, un motor de emergencia y/o auxiliar, de menor potencia que la de dicho al menos un motor de accionamiento principal de dicho ventilador portante, preferentemente del orden del 25 % al 50 % de la de dicho motor principal, está asociado a dicho motor principal, mediante una transmisión, preferentemente con embrague o embragues y rueda o ruedas libres que permiten aplicar selectivamente la suma de las potencias de dicho motor principal y de dicho motor de emergencia y/o auxiliar al ventilador portante, o, en caso de avería de dicho motor principal, solamente la potencia del motor de emergencia y/o auxiliar, estando el ventilador portante asistido entonces por los ventiladores de actitud, cuya motorización eléctrica está dimensionada para permitir la toma de control del aerodino con su carga útil, interviniendo los ventiladores de actitud entonces como ventiladores "de emergencia".

A tal efecto, la sección transversal o superficie total de los ventiladores de actitud es importante y es superior al 35 %, y preferentemente está entre el 60 % y el 100 %, de la sección transversal o superficie del ventilador portante. Esto permite minimizar la potencia eléctrica necesaria para esta operación de rescate y en consecuencia, también la masa de las baterías necesarias para alimentar los motores eléctricos durante el tiempo necesario para el rescate. En particular, cuando la sección total de los ventiladores de actitud es superior al 70 % de la superficie del ventilador portante, el peso de los equipos eléctricos (esencialmente los motores eléctricos y las baterías de alimentación de estos motores) puede ser óptimo conservando un ventilador principal de tamaño razonable. El motor de emergencia y/o auxiliar puede ser un pequeño motor térmico o eléctrico. En este último caso, su potencia y la de los motores eléctricos de los ventiladores de actitud aportan un incremento de potencia insensible a la altitud durante el vuelo del aerodino. La asistencia proporcionada de este modo por el motor de emergencia y/o auxiliar así como por los ventiladores de actitud puede ser determinante en una fase delicada del vuelo durante una operación a gran altitud. Del mismo modo, es ventajoso que el ventilador portante accionado por el motor de emergencia y/o auxiliar y los ventiladores de actitud tengan densidades de flujo de potencia respectivamente  $p_1$  y  $p_2$  tales que  $0,5 \times p_1 < p_2 < 1,5 \times p_1$ . De este modo, estas densidades de flujo tendrán valores relativamente cercanos entre sí. Se debe subrayar aquí el carácter no lineal del dimensionamiento de los motores eléctricos y de las baterías. Por debajo de una sección mínima de los ventiladores de actitud y de emergencia, el dimensionamiento puede divergir. Por lo tanto, es particularmente importante respetar un umbral de dimensionamiento (70 % de la superficie del ventilador portante) en la elección de la superficie de los ventiladores llamados de emergencia y de actitud.

5 Ventajosamente, dicho grupo moto-sustentador comprende al menos dos motores o grupos de motores de potencia sustancialmente equivalente, que constan, cada uno, en serie, antes o en aguas arriba de una transmisión de potencia al ventilador portante, de un embrague y de una rueda libre de modo que, cuando un motor o grupo de motores está averiado, el accionamiento del ventilador portante está garantizado por el otro motor o grupo de motores "desembragando" el motor o grupo de motores averiado.

En este caso, ventajosamente, los dos motores o grupos de motores son gestionados de acuerdo con un control de tipo "maestro-esclavo".

10 Ventajosamente en este caso, por un lado, los dos motores térmicos son de potencia sustancialmente equivalente y por otro lado la sección o superficie total de los ventiladores de actitud es superior al 70 % de la sección o superficie del ventilador portante, esto para, como en la situación anterior, minimizar a la vez, la potencia eléctrica y también la masa de las baterías necesarias para gestionar esta situación.

15 En una arquitectura con dos motores o grupos de motores en el grupo motopropulsor, y cuando el ventilador portante comprende dos hélices multipala coaxiales y contrarrotantes, cada motor o grupo de motores puede accionar, ventajosamente, respectivamente una de dichas dos hélices, evitando de este modo una transmisión contrarrotante.

20 En esta fase de la exposición y para entender mejor el interés de la arquitectura original propuesta para el aerodino, hay que precisar los siguientes puntos:

A potencia motriz y diámetro de ventilador iguales, se obtiene un empuje sustancialmente mayor «carenando» los ventiladores. La ganancia de empuje puede ser superior al 30 % con respecto a un ventilador no carenado. Por esta razón, numerosos aparatos de pequeño tamaño tales como "UAV" se proponen con carenados. Véase por ejemplo: US 5 419 513 A (United Technologies Corp.) o bien US 6 691 949 B2 (Plump et al.).

25 No obstante, en presencia de un viento lateral, imponiendo al flujo de aire una dirección fija sustancialmente vertical, los ventiladores carenados están sometidos a una gran fuerza lateral llamada "resistencia de captación" (*momentum drag* en inglés) cuya intensidad es proporcional al caudal del ventilador carenado y a la velocidad del viento lateral, y cuyo punto de aplicación está situado por encima del plano del ventilador carenado, lo que genera un momento llamado "de encabritado" en el ventilador carenado.

30 Para contrarrestar los efectos nefastos de este momento llamado de encabritado, la principal solución consiste en colocar el centro de gravedad del aerodino sustancialmente por encima del plano del ventilador carenado para reducir el "brazo de palanca" del momento de encabritado. Esto es lo que se hace en los pequeños UAV que utilizan este sistema.

35 Se entiende de inmediato que en el caso de ventiladores de gran diámetro como el ventilador portante, esta opción ya no es aplicable: el caudal es importante, por lo tanto el par de encabritado es muy importante, y sería muy difícil colocar el centro de gravedad por encima del plano de dicho ventilador portante ya que esto impondría colocar a la vez la motorización y la carga útil por encima del plano del ventilador portante.

40 Como se verá en lo sucesivo, la arquitectura del aerodino propuesta, en el que el ventilador portante es no carenado, los ventiladores de actitud (y de emergencia) están carenados para reducir el consumo eléctrico, y el centro de gravedad se coloca debajo del ventilador portante y al nivel o por encima de los carenados de los ventiladores de actitud, ofrece un compromiso nuevo y eficaz para la transferencia aérea de cargas.

45 En una primera realización principal, el ventilador portante comprende dos hélices multipala, coaxiales y contrarrotantes alrededor de su eje de rotación común. Esto permite a cada una de las dos hélices contrarrotantes equilibrar el par de rotación de la otra. Pero, para ahorrar una hélice y el accionamiento contrarrotante de las dos hélices, que puede ser un factor de complejidad y de coste, de acuerdo con una segunda realización, el ventilador portante comprende al menos una hélice multipala, y preferentemente una única hélice multipala. Las hélices simples o dobles y contrarrotantes del ventilador portante tienen bien un paso fijo, o bien un paso colectivo variable. En efecto, al contrario que los helicópteros, la presencia de los ventiladores de actitud dispensa de la necesidad de tener un control de paso cíclico en las hélices.

50 Ventajosamente aún, aguas abajo de la o de las hélices multipala de dicho ventilador portante, dichos alerones ajustables en incidencia para el control de la guiñada son capaces de ajustar la rectificación del flujo de aire a la salida de dicho ventilador portante. De este modo, este conjunto de alerones permite adaptar el par rectificador a las variaciones del par en respuesta al par de accionamiento de dicha o de dichas hélices.

55 En el caso en el que el ventilador portante comprende solamente una hélice multipala, de paso fijo o de paso variable, sin rectificador, ventajosamente ciertos al menos de dichos alerones ajustables en incidencia para el control de la guiñada y portados por al menos uno de los brazos portantes de los ventiladores de actitud, equilibran el par motor.

En todas las realizaciones y todas las variantes presentadas anteriormente, ventajosamente los ventiladores de actitud carenados están fijados a sus brazos portantes de modo que los centros de empuje de dichos ventiladores de actitud estén sustancialmente en un plano horizontal sustancialmente por debajo del centro de gravedad del aerodino, de modo que el momento de captación mencionado anteriormente, que se ejerce sobre el carenado de los ventiladores de actitud en situación de viento lateral, sea poco importante, ya que tiene un brazo de palanca reducido con respecto al centro de gravedad del aerodino. De este modo, puede ser fácilmente controlado (compensado) por el par ejercido por dichos ventiladores de actitud.

Como alternativa, cuando el aerodino está concebido para un servicio en presencia de vientos muy violentos, se pueden utilizar ventiladores de actitud no carenados con, como consecuencia, una carga útil reducida y todo lo demás igual, por otro lado (misma motorización, mismo volumen).

Para disminuir el volumen en el suelo del aerodino, cuando está fuera de servicio, y/o para facilitar su transporte, los brazos portantes de los ventiladores de actitud son plegables y/o desmontables, cuando el aerodino está posado.

Ventajosamente, la carga del disco del ventilador portante (T/A1) está comprendida entre 450N/m<sup>2</sup> y 750 N/m<sup>2</sup>.

Ventajosamente, componentes eléctricos y electrónicos del aerodino, que comprenden al menos los motores eléctricos y baterías de alimentación de los ventiladores de actitud, así como controladores de control de los motores, conectores de conexión de dichas baterías a dichos motores y al menos un alternador de recarga de baterías están agrupados en un recinto cerrado, preferentemente termostatado, dispuesto en una zona sustancialmente central de dicha estructura portante, y conectado a cada ventilador de actitud, para el accionamiento de su o sus hélices, mediante una transmisión mecánica con árbol rotatorio, que consta, preferentemente, de un racor con junta de cardán que permite el plegado o abatimiento de al menos una parte de dicho árbol rotatorio con al menos una parte de dicho brazo portante correspondiente, y con respecto a dicha estructura portante.

Para procurar un correcto control del aerodino en vuelo, ventajosamente, un brazo portante de ventilador de actitud situado en un plano definido por el eje de rotación del ventilador portante y por el eje de desplazamiento del aerodino y por detrás del aerodino es también portante de un empenaje horizontal y, llegado el caso, de un empenaje vertical. El aerodino está dispuesto, de este modo, para facilitar el trabajo de dicho ventilador de actitud en situación de desplazamiento longitudinal del aerodino con su empenaje horizontal y para orientar el aerodino en el sentido del desplazamiento, o del viento relativo, con el empenaje vertical.

Para mejorar las prestaciones aerodinámicas del aerodino, ventajosamente, la parte periférica aguas arriba del carenado de dichos ventiladores de actitud es abultada radialmente hacia el exterior en su periferia y de acuerdo con un perfil redondeado y convexo, capaz de reducir el coeficiente de resistencia con respecto a un viento relativo lateral, teniendo la parte aguas abajo de dicho carenado una cara externa sustancialmente cilíndrica de sección transversal circular.

### Descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción que se da a continuación, de modo no limitante, de ejemplos de realización descritos en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención equipado con un ventilador portante accionado por un motor térmico y estabilizado por cuatro ventiladores eléctricos carenados, portados por cuatro brazos de los cuales dos están dotados de alerones de estabilización en guiñada;
- la figura 2 es una vista desde arriba del aerodino de la figura 1;
- la figura 3 es una vista desde arriba de otro ejemplo de aerodino del mismo tipo, pero que consta únicamente de tres ventiladores eléctricos carenados portados por tres brazos;
- la figura 4 es una vista en alzado lateral de un aerodino de acuerdo con la invención en desplazamiento horizontal;
- la figura 5 es una vista de lado de un aerodino de acuerdo con la invención con una carga útil suspendida;
- la figura 6 es una vista esquemática en corte de un ventilador eléctrico con carenado;
- la figura 7 es una vista esquemática en corte de un ventilador eléctrico sin carenado;
- las figuras 8 y 8a son, respectivamente, una vista de lado de un aerodino de acuerdo con la invención con alerones de control en guiñada y una vista en corte (según Xa de la figura 8) de un alerón de control en guiñada;
- las figuras 9 y 9a son, respectivamente, una vista de lado de un aerodino de acuerdo con la invención equipado con un ventilador portante de hélice única y de un control anti-par mediante dichos alerones de control en guiñada y una vista en corte de un alerón;
- las figuras 10 y 11 son vistas desde arriba de un aerodino de acuerdo con la invención con empenaje y alerones de control en guiñada en versión con, respectivamente, cuatro (figura 10) y tres (figura 11) ventiladores eléctricos;
- la figura 12 es una vista esquemática de un ventilador portante con un grupo motopropulsor con dos motores y de un ventilador eléctrico;
- la figura 13 es un diagrama que muestra la evolución de un índice proporcional al peso del conjunto de los

equipos eléctricos en función de la elección de la relación de superficies entre la superficie de los ventiladores eléctricos y la del ventilador portante;

- la figura 14 es una vista esquemática análoga a la figura 12 de un ventilador portante con un grupo motopropulsor con dos motores y de un ventilador eléctrico;
- la figura 15 es un diagrama que muestra zonas de exclusión en función de las elecciones de carga del rotor (T/A1) y de relación de las superficies entre los ventiladores eléctricos y el ventilador principal (A2/A1);
- la figura 16 es una vista en corte esquemática de un aerodino de acuerdo con la invención equipado con un ventilador portante con dos hélices contrarrotantes accionadas, cada una, respectivamente, por uno de dos grupos motopropulsores distintos, con ventiladores eléctricos con dos hélices contrarrotantes y con alerones de control de guiñada;
- la figura 17 es una vista esquemática análoga a la figura 14, y representa un conjunto motopropulsor con ventilador portante con dos hélices contrarrotantes y un ventilador de actitud del aerodino de concepción cercana a la de la figura 16; y
- la figura 18 es una vista esquemática análoga a la de la figura 17, pero con cuatro motores de accionamiento del ventilador portante en lugar de dos, y un ventilador de actitud no carenado.

### Descripción detallada de la invención

En las figuras adjuntas, las mismas referencias alfanuméricas designan órganos idénticos o análogos, o que cumplen las mismas funciones.

Los términos tales como "vertical", "horizontal", "por encima", "por debajo" y otros utilizados para indicar posiciones relativas de órganos no deben entenderse en su sentido absoluto, sino que se utilizan en la descripción a continuación para describir el aerodino y sus componentes cuando está posado sobre un suelo plano y horizontal, después de su aterrizaje o antes de su despegue en la vertical.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un primer ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención, del cual una vista desde arriba está representada en la figura 2, y que está equipado en la parte alta con un ventilador axial portante 1 o sustentador, de eje Z vertical, protegido, preferentemente, por una estructura 8 muy calada y ligera de protección, y accionado por un motor térmico 2, que es, en este ejemplo, un motor de combustión interna con pistones radiales en estrella, soportado debajo del ventilador portante 1 por una estructura portante 4, que soporta también el ventilador portante 1, y que está equipada con un tren de aterrizaje, en este ejemplo con dos patines 4a paralelos y horizontales, fijados cada uno en el extremo inferior de dos, respectivamente, de cuatro patas elásticamente deformables 4b unidas por su parte de extremo superior a la estructura portante 4. El aerodino está estabilizado en balanceo y cabeceo por una pluralidad de ventiladores de actitud axiales 3, que comprende en este ejemplo cuatro ventiladores eléctricos carenados idénticos 3a, 3b, 3c y 3d, portados, cada uno, por uno, respectivamente, de cuatro brazos 5 sustancialmente horizontales y radiales con respecto al eje Z, fijados a la estructura portante 4 y distribuidos de forma sobresaliente lateral hacia el exterior y alrededor de esta estructura portante 4. Dos al menos de los brazos 5 están equipados con alerones 6 orientables en incidencia, para la estabilización del aerodino en guiñada, alrededor del eje de guiñada, que es el eje vertical Z del ventilador portante 1, fijo con respecto a la estructura portante 4. Del mismo modo, los ventiladores de actitud 3 son fijos con respecto a la estructura portante 4, y los ejes de rotación de sus hélices son paralelos entre sí y al eje Z. Los ventiladores de actitud 3 están, cada uno, soportados en la parte de extremo radial externa de un brazo 5 correspondiente, fijado a la estructura portante 4 por su parte de extremo radial interno, de modo que todos los ventiladores de actitud 3 estén situados en el exterior y alrededor del volumen ocupado centralmente por el ventilador portante 1, el motor 2 y la estructura portante 4, que delimita, debajo del motor 2 y los brazos 5, una barquilla 10, para soportar una carga útil, y alojar el depósito (no representado) de carburante que alimenta el motor 2 y la o las baterías eléctricas (tampoco representadas) de alimentación de los motores eléctricos de accionamiento de la o de las hélices de los ventiladores de actitud 3.

En este ejemplo, cada ventilador de actitud 3, tal como el ventilador 3a, comprende un carenado anular 30, en cuyo interior una hélice tripala 31 es accionada en rotación por un motor eléctrico 36 soportado en el centro del carenado 30 y centrado en el eje de rotación de la hélice 31 por un brazo 37 de soporte y de alimentación.

El objetivo de la invención es de concebir un aerodino que pueda manipular cargas significativas, varias decenas, incluso centenas de kilogramos, durante un tiempo bastante largo, superior a una hora, al tiempo que conserva una buena estabilidad en una racha de viento lateral, una excelente maniobrabilidad con tiempos de reacción muy cortos así como una gran seguridad en caso de avería, concretamente de avería del motor 2. Para lograr este objetivo, la función de sustentación está garantizada por el ventilador portante 1 que comprende dos hélices bipala 1a y 1b, coaxiales y contrarrotantes alrededor del eje Z, de paso fijo o de paso colectivo, y no carenadas. Para no sobrecargar las figuras, los eventuales controles de paso colectivo de las hélices no se han representado. Por el contrario, un control de paso cíclico es complejo y no es necesario ya que esta función es cumplida por los ventiladores de actitud.

Se conoce el nivel elevado de prestaciones de las hélices contrarrotantes, concretamente utilizadas en helicópteros como los helicópteros rusos "Kamov". La carga de cargas más pesadas, la compacidad, una mejor estabilidad

asociada a una simetría de capacidad portante, una menor sensibilidad a las rachas de viento, prestaciones aumentadas (techo de vuelo, velocidad de ascenso..) son ventajas fundamentales de las hélices contrarrotantes. No obstante, es preciso reconocer que este principio está poco extendido. En efecto, la complejidad mecánica de dos hélices contrarrotantes equipadas, cada una, con pasos variables y de platos cíclicos ha disuadido a la mayor parte de los fabricantes de helicópteros. En el caso del aerodino objeto de la invención, esta contradicción se resuelve, en el ventilador portante 1, mediante el uso conjunto de dos hélices contrarrotantes 1a y 1b cuyo paso es fijo o colectivamente variable, y que no están dotados de platos cíclicos, por lo tanto muy simples, y de ventiladores de actitud eléctricos 3a, 3b, 3c, 3d portados por brazos 5 suficientemente largos para que el par de estabilización ejercido por dichos ventiladores eléctricos 3a, 3b, 3c, 3d sea grande sin necesitar, no obstante, motores eléctricos 36 potentes, que consumirían demasiada potencia eléctrica y necesitarían portar baterías pesadas que serían perjudiciales para la carga útil del aerodino.

Para resolver la exigencia buscada de manipular cargas pesadas durante un tiempo largo, al tiempo que se conserva una maniobrabilidad y una buena estabilidad concretamente en racha de viento, el aerodino objeto de la invención está, por un lado, motorizado a nivel del ventilador portante 1 mediante uno o varios motores 2 de combustión interna de tipo motor térmico (de dos o cuatro tiempos, o con pistones rotatorios de tipo Wankel...), o bien de tipo turbina de gas, de los que se conocen las excelentes relaciones peso/potencia y peso/resistencia, y, por otro lado, a nivel de los ventiladores de actitud o de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d mediante motores eléctricos 36 de los que también se conoce la excelencia a nivel de la flexibilidad, de la precisión y de la rapidez de respuesta. El principal inconveniente de los motores eléctricos es el peso del conjunto motor + baterías. La longitud de los brazos portantes 5 es un elemento para limitar la potencia de los motores eléctricos 36, pero se explica a continuación que también es imperativo elegir bien el diámetro de los rotores o hélices de los ventiladores eléctricos, y concretamente la relación de la superficie total A1 de los rotores o hélices 31 de los ventiladores eléctricos 3a, 3b, 3c, 3d con la superficie A0 del o de los rotores o hélices 1a y 1b del ventilador portante 1. La transmisión de potencia entre e o los motores térmicos 2 y dicho ventilador portante 1, se efectúa mediante una transmisión contrarrotante 7.

Una de las principales características del aerodino de acuerdo con la invención se refiere a la seguridad en caso de avería concretamente del o de un motor 2 de dicho ventilador portante 1. A tal efecto, los ventiladores de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d están dimensionados para contribuir significativamente a la capacidad portante del aerodino en situación de avería, y estos ventiladores pueden ser capaces de portar por sí solos como mínimo el peso de la estructura del aerodino, es decir si su carga útil. Esto es posible, por un lado, porque esta situación no se prolonga en el tiempo (aterrizaje rápido, autonomía de varios minutos), porque, por otro lado, se ha realizado la elección de dimensionar los rotores o hélices 31 de los ventiladores de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d que, en el presente caso, son ventiladores de emergencia o supervivencia en esta situación, de forma adecuada como se explica a continuación en referencia concretamente a la figura 13, y porque, finalmente, dichos ventiladores de actitud y de supervivencia, en esta situación, están bien completamente carenados 30 como en la figura 1, bien realizados ellos mismos con hélices contrarrotantes libres como en la figura 16, o bien con una combinación de hélices contrarrotantes y carenados como en la figura 17, de modo que su rendimiento de empuje de sustentación sea excelente.

Para ser perfectamente eficaces en cualquier situación, es preferible que dichos ventiladores de estabilización y/o de supervivencia 3a, 3b, 3c, 3d estén colocados, como mínimo, en el exterior del círculo proyectado de dicho ventilador portante 1 como se puede ver claramente en la figura 2, incluso más excéntrico aún como en la figura 3.

En el ejemplo de las figuras 1 y 2, los cuatro ventiladores de actitud están distribuidos en dos pares de ventiladores diametralmente opuestos a uno y otro lado del eje Z, como 3a y 3b en un par, y 3c y 3d en el otro, siendo el eje horizontal que pasa por los centros de los ventiladores 3a y 3b el eje de balanceo X perpendicular al eje Z y siendo el eje horizontal que pasa por los centros de los ventiladores 3c y 3d el eje de cabeceo Y del aerodino, perpendicular a los ejes Z y X. Los alerones 6 de control de la guiñada son dos alerones 6a y 6b montados pivotantes en incidencia cada uno alrededor de uno, respectivamente, de los brazos 5a y 5b de los ventiladores 3a y 3b, en el flujo de salida del ventilador portante 1.

Además, los patines 4a del tren de aterrizaje son paralelos al eje X. Como variante, los patines 4a pueden estar equipadas con ruedecillas, o sustituidas por ruedecillas.

Otra característica fundamental de la invención es que, en el caso en el que dichos ventiladores de supervivencia o de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d están carenados, el centro de gravedad del o de los motores 2 de accionamiento del ventilador portante 1 está situado verticalmente debajo de dicho ventilador portante 1 y por encima del plano superior de entrada de aire del carenado 30 de dichos ventiladores de supervivencia o de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d, para situar el centro de gravedad del aerodino verticalmente próximo a las entradas de aire de dichos ventiladores de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d y, por lo tanto, minimizar el par ejercido por la resistencia de captación en situación de viento lateral como se ha explicado anteriormente. Hay que destacar que esto se ha hecho posible solamente mediante la elección de arquitectura realizada para este aerodino. En efecto, por ejemplo, si se hubiera deseado carenar el ventilador principal portante 1, habría sido materialmente muy difícil, incluso imposible, situar el centro de gravedad por encima de la entrada de aire de dicho ventilador portante 1 como se hace en ciertos drones.

Finalmente, la estructura portante 4 del aerodino de acuerdo con la invención se realiza, preferentemente, en forma de enrejado tubular, y la protección 8 del ventilador portante 1 está constituida por dos aros rígidos circulares de igual diámetro, coaxiales alrededor del eje Z, y paralelos entre sí perpendicularmente al eje Z, y el aro superior 8a está conectado rígidamente al aro inferior 8b mediante cuatro tirantes axiales 8c, distribuidos por la periferia de la protección 8, muy calada y que delimitan un volumen cilíndrico en cuyo interior giran las hélices 1a y 1b del ventilador portante 1. En aras de la claridad, la carga útil así como su enganche a la estructura portante 4 no se han representado en las figuras 1 y 2.

La figura 3 es una vista desde arriba de un segundo ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención, análogo al de las figuras 1 y 2 salvo que solamente consta de tres brazos 5a, 5e, 5f y tres ventiladores eléctricos de estabilización 3a, 3e, 3f, y que las hélices contrarrotantes 1a y 1b del ventilador portante 1 son hélices tripala en lugar de hélices bipala. A este respecto, se subraya en este caso que las dos hélices contrarrotantes pueden tener, cada una, dos, tres o n palas y que por un lado, no tienen necesariamente el mismo número de palas y que, por otro lado, pueden tener diámetros diferentes.

La figura 4 es una vista de perfil de otro ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención, de configuración cercana a la de las figuras 1 y 2, en curvas de evolución horizontal con una velocidad  $\vec{V}$  La inclinación impulsional viene dada por uno de los ventiladores de estabilización, 3a por ejemplo. Se ve, como se ha explicado para la figura 1, que el centro de gravedad G está situado por debajo del ventilador portante 1 y por encima, a una distancia d, del plano de entrada de aire de los carenados de dichos ventiladores de estabilización 3a, 3b, 3c, 3d.

La figura 5 es una vista de lado de aún otro ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención, con una carga útil W suspendida por un ensamblaje articulado 9 que puede desplazarse como un paralelogramo articulado en el plano X-Z y en el plano Y-Z con una limitación angular, proporcionada por topes amortiguados por ejemplo, que le permite desplazarse  $\pm 25^\circ$  en los dos planos anteriores, y que tiene una unión articulada con su parte superior en una zona cercana al centro de gravedad del aerodino excluyendo la carga útil, para conservar una posición relativamente estable del centro de gravedad sea cual sea la carga y la inclinación del aerodino (en el límite de  $\pm 25^\circ$ ).

Las figuras 6 y 7 representan dos vistas esquemáticas en corte de un ventilador eléctrico de estabilización y/o de emergencia.

La figura 6 muestra un ventilador 3a carenado y la figura 7 una variante 3'a no carenada. En la versión carenada de la figura 6, dicho ventilador de estabilización y/o de emergencia 3a consta de un carenado 30, brazos radiales superiores 33 e inferiores 34 de estabilidad del carenado 30 y como mínimo una hélice multipala 31, llamada superior ya que está alojada en la parte alta o agua arriba del carenado 30, y movida por un motor eléctrico m1. Llegado el caso, para mejorar aún más el rendimiento, se le puede añadir una segunda hélice multipala inferior 32 (representada en "línea de puntos" en la figura 6) contrarrotante con respecto a la hélice superior 31 y movida, a su vez, por otro motor eléctrico m2 para mejorar las prestaciones aerodinámicas del aerodino, ventajosamente, la parte periférica aguas arriba 30a del carenado 30 de dicho ventilador 3a eléctrico de estabilización y/o de emergencia es abultada radialmente hacia el exterior en su periferia y de acuerdo con un perfil redondeado y convexo, capaz de reducir el coeficiente de resistencia con respecto a un viento relativo lateral, teniendo la parte aguas abajo 30b de dicho carenado una cara externa sustancialmente cilíndrica de sección transversal circular.

La figura 7 muestra sustancialmente el mismo ventilador de actitud 3'a con una simple protección 35 contra los choques, por ejemplo análoga a la protección 8 del ventilador portante 1, y sus brazos de fijación superiores 33 e inferiores 34. La protección 35 debe ser muy transparente a un viento lateral, y solamente tiene como función evitar simplemente un contacto directo de una hélice 31 o 32 con un obstáculo lateral. Sin embargo, en esta realización, y para conservar un buen rendimiento de sustentación, concretamente en situación de supervivencia, en la que los ventiladores eléctricos tales como 3'a desempeñan un papel determinante de rescate del aerodino, existirá un gran interés en tener una segunda hélice multipala contrarrotante 32 motorizada por un motor m2.

La figura 8 es una vista de lado de un aerodino de acuerdo con la invención, análogo al de la figura 4, con, en particular, alerones 6a y 6b portados por los brazos 5a y 5b y articulados alrededor de estos, estando controlados en incidencia, como puede verse en el corte Xa-Xa en la figura 8a. Los alerones 6a, 6b se colocan imperativamente en el flujo que sale del ventilador portante 1, y sirven principalmente para controlar la guiñada del aerodino alrededor del eje vertical Z. Los alerones 6a y 6b son portados por al menos un brazo 5, o por dos brazos opuestos, tales como 5a y 5b, o por los cuatro brazos (o tres, si solo hay tres brazos ya que hay solamente tres ventiladores de actitud 3). En el caso en el que dos alerones opuestos 6a y 6b por ejemplo, son accionados en rotación de sentidos opuestos, los alerones sirven para controlar la guiñada en un sentido o en el otro según la inclinación. En el caso en el que los alerones son accionados en rotación en el mismo sentido, pueden servir para producir un ángulo de cabeceo o de balanceo según el par de alerones accionados, en apoyo a la acción de los ventiladores eléctricos de estabilización 3a a 3d, y a continuación para mantener este ángulo de balanceo o cabeceo si fuera necesario para facilitar el trabajo de los ventiladores eléctricos 3a a 3d, y sobre todo la carga de las baterías. Por ejemplo, en la figura 8, si el eje X de avance del aerodino está definido por los brazos 5a y 5b como en la figura 1, este eje X es el eje de balanceo, y el eje Y perpendicular al plano de la figura, y definido por los brazos 5c y 5d (no representados), es el eje de cabeceo. En este caso, si los alerones 6a y 6b pivotan solidariamente, inducirán, por reacción de



capacidad portante en el flujo de aire del ventilador 1, un balanceo a derecha o a izquierda según su sentido de pivotamiento, y si pivotan en sentidos opuestos, inducirán una guiñada en un sentido o en el otro alrededor del eje vertical Z. Del mismo modo para alerones 6c y 6d que serán portados por brazos 5c y 5d (no representados en la figura 8), que inducirán, mediante un pivotamiento solidario, un cabeceo alrededor del eje Y, y mediante pivotamientos opuestos, una guiñada alrededor del eje Z.

Las figuras 9 y 9a son idénticas a las figuras 8 y 8a, con excepción de dicho ventilador portante 1 que, en este caso, solamente consta de una sola hélice multipala la. El rendimiento de sustentación es peor en este caso que en la configuración de la figura 8, y el par de accionamiento de la hélice única 1a, que no está equilibrado por el de una hélice contrarrotante, debe ser compensado a nivel de los alerones orientables 6a, 6b, 6c, 6d (estando 6c y 6d portados por los brazos perpendiculares 5c y 5d no representados). Esta configuración, menos eficaz en sustentación, permite no obstante simplificar la arquitectura del aerodino: sin hélice contrarrotante, sin caja de transmisión contrarrotante. No obstante, los alerones 6a, 6b, 6c, 6d deben estar sobredimensionados para equilibrar el par motor. Para lograr este objetivo, los alerones pueden estar doblados como se representa en la figura 10, pero esta configuración es mucho menos estable que la anterior.

Las figuras 10 y 11 son vistas desde arriba de dos ejemplos de aerodino de acuerdo con la invención con cuatro (figura 10) o tres (figura 11) brazos portantes 5a-5d o 5a, 5e, 5f, de cuatro o tres ventiladores de actitud 3a-3d o 3a, 3e, 3f con un empenaje trasero para facilitar el trabajo del ventilador de actitud 3a y/o de alerones de cabeceo 6c y 6d durante una traslación horizontal del aerodino. En su configuración más simple, el empenaje solamente consta de un empenaje horizontal 20 montado pivotante alrededor de un eje paralelo al eje de cabeceo Y. E otras versiones, puede constar de empenaje vertical 21 para orientarse frente al viento y/o un alerón de capacidad portante 22 articulado en la parte posterior del empenaje horizontal 20 para acentuar su curvatura y aumentar su capacidad portante. En estas dos figuras 10 y 11, los alerones 6a, 6b, 6c y 6d representados están doblados con respecto a los de las figuras 8 y 9. Esto puede ser necesario, sobre todo en la hipótesis de un ventilador portante 1 con hélice única 1a como la de la figura 9, que necesita un par de equilibrado en guiñada mayor que en el caso de un ventilador portante 1 con dos hélices contrarrotantes tal como 1a y 1b de la figura 8 por ejemplo.

La figura 12 es una vista esquemática de un ventilador portante no carenado 1 con una sola hélice 1a de diámetro  $\phi 1$  accionada por un grupo motopropulsor 2 con motor de accionamiento principal térmico M, que consta, en emergencia o como auxiliar, (de uso transitorio), de un pequeño motor m' eléctrico o térmico por medio de un embrague 73 y/o 73', de una rueda libre 72 y/o 72' y de una transmisión 71 y/o 71' según se efectúa el accionamiento por el motor M o el motor m' o los dos simultáneamente, y de ventiladores de actitud de los cuales un solo ventilador eléctrico 3a está representado con su motor eléctrico m, una sola hélice 31a de diámetro  $\phi 2$  y su carenado 30. El pequeño motor m' tiene una potencia menor que la del motor principal M, por ejemplo del orden del 25 % al 50 % de la del motor M. En este caso, en caso de avería del motor principal M, la supervivencia del aerodino, con su carga útil, está garantizada por el pequeño motor m', capaz en caso de emergencia y durante varios minutos de vuelo, y con la asistencia del conjunto de los ventiladores eléctricos 3, del que solo se representa en este caso el ventilador 3a, de salvar el aerodino permitiendo un aterrizaje de emergencia. En funcionamiento normal, la hélice portante 1a es accionada por el motor M mediante el embrague 73, la rueda libre 72, y la caja de transmisión 71 si el motor m' está fuera de servicio. El motor M se pone en marcha, a continuación se embraga, a continuación puede hacer girar la hélice 1a a la velocidad de rotación deseada gracias a la caja de transmisión 71, y, en caso de parada del motor M, la rueda libre 72 permite que la hélice 1a no se detenga bruscamente. Si el pequeño motor m' no está ya en marcha y acciona la hélice 1a mediante el embrague 73', la rueda libre 72' y la transmisión 71', que añade su potencia a la del motor M suministrada por la transmisión 71, cuando el motor M falla, el pequeño motor m' se pone en marcha para que su potencia sea transmitida a la hélice 1a, y todos los ventiladores de actitud tales como 3a sean accionados de forma continua y, en la medida de lo posible, a plena potencia para garantizar la sustentación, en una medida compatible con la estabilización del aerodino para salvarlo con su carga útil.

Si el pequeño motor m' es eléctrico, puede, con la asistencia de los ventiladores de actitud eléctricos tales como 3a, aportar un incremento de potencia insensible a la altitud, y que, por lo tanto, puede permitir la correcta realización de una operación en altitud. Para estas operaciones, la relación de la superficie total A2 de los ventiladores de actitud tales como 3a con la superficie A1 del ventilador portante 1 está comprendida entre el 60 % y el 100 %, y preferentemente tal que  $A2/A1 > 70 \%$ . Además, preferentemente, si  $p'1$  es la densidad de flujo de potencia (expresada en  $KW/m^2$ ) del pequeño motor m', es decir  $Pm'/A1$ , donde  $Pm'$  es la potencia del motor m', y  $p2$  es la densidad de flujo de potencia de los ventiladores de actitud tales como 3a, es decir  $Pm/A2$  donde  $Pm$  es la suma de las potencias de los motores m de todos los ventiladores de actitud, se elige tener valores cercanos a  $p'1$  y  $p2$ . Por ejemplo,  $p'1$  y  $p2$  satisfacen la doble desigualdad siguiente:  $0,5 \times p'1 < p2 < 1,5 \times p'1$ . Por supuesto, se podrá tener el mismo esquema con dos hélices contrarrotantes 1a y 1b de diámetros  $\phi 1$  en lugar de 1a y dos hélices eléctricas 31a y 31b de diámetros  $\phi 2$  carenados o no carenados en lugar de 31a.

La figura 13 es un diagrama que muestra la evolución de un índice proporcional al peso del conjunto de los equipos eléctricos ((peso de los motores eléctricos + peso de las baterías) dividido por un peso de referencia representativo de la carga útil en ciertas condiciones), en dos configuraciones de diámetro  $\phi 1$  del ventilador portante 1 (curvas  $\phi 1/\phi 0 = 1,17$  y  $\phi 1/\phi 0 = 1,50$ ) donde  $\phi 0$  es un diámetro mínimo de referencia, y esto, en función de la elección de la

relación de superficies entre la superficie total (A2) de los ventiladores de actitud eléctricos 3 y la superficie (A1) del ventilador portante 1. Se constata que:

- cuanto mayor es el diámetro  $\phi_1$ , más favorable es la situación (el índice de peso mencionado anteriormente disminuye), pero esta opción tiene límites ya que cuanto mayor es  $\phi_1/\phi_0$ , más aumenta el volumen del aerodino así como los problemas de resistencia estructural;
- las curvas son fuertemente no lineales: por debajo de una relación mínima A2/A1 (hacia el 40%), el índice de peso diverge; se trata, en ese caso, de un punto muy importante de la invención ya que, en efecto, la invención realiza la elección de organizar la situación de supervivencia dimensionando los ventiladores eléctricos de actitud 3, llamados también de estabilización y/o de supervivencia, para portar al menos el peso del aerodino sin carga útil, pero la condición para alcanzar este objetivo es tener una superficie total A2 muy significativa en comparación con la superficie A1. En efecto, si la superficie A2 es demasiado escasa en comparación con A1, es preciso aumentar la potencia de los motores eléctricos 36 (m) de los ventiladores de actitud para compensar esta escasez, lo que aumenta a la vez el peso e los motores 36 (m) y el de las baterías que garantizan su alimentación, y «al final» aumenta la carga, por lo tanto la potencia de los motores 36. Esta situación puede divergir y conducir a un dimensionamiento en el que la carga útil es completamente consumida por el peso de los motores eléctricos 36 (m) y de las baterías asociadas.

Para obtener un peso óptimo de material eléctrico (motores 36 + baterías), al tiempo que se conserva un tamaño razonable del ventilador portante ( $\phi_1/\phi_0 < 1,2$ ), es preciso que la relación A2/A1 sea preferentemente superior al 70 %.

La figura 14 es una vista esquemática de un ventilador portante 1 con hélice multipala 1a de diámetro  $\phi_1$  con un grupo motopropulsor con dos motores principales de accionamiento (Ma, Mb) 2a y 2b, se los que cada uno está conectado al ventilador portante 1 por una caja de transmisión 71a o 71b, una rueda libre 72a o 72b, un embrague 73a o 73b, y de un ventilador eléctrico 3a con su motor 36 (m), una hélice 31a de diámetro  $\phi_2$  y su carenado 30. En esta realización, en caso de avería de uno de los motores principales 2a (Ma) o 2b (Mb), la supervivencia del aerodino, opcionalmente sin carga útil, está garantizada por el motor que sigue operativo y por el conjunto de los ventiladores eléctricos 3, de los que, en este caso, solo se representa uno 3a. En funcionamiento normal, la hélice portante 1a es, por lo tanto, accionada por los motores 2a (Ma) y 2b (Mb) mediante dos embragues 73a y 73b, dos ruedas libres 72a y 72b, y dos cajas de transmisión 71a y 71b. Cada motor 2a o 2b se pone en marcha, a continuación se embraga, uno de los dos motores 2b (Mb) en la figura 14, está en una relación «maestro - esclavo» simbolizado por una flecha en la figura 14, con respecto al motor «maestro», es decir que su velocidad y la potencia suministrada son «calcadas» a las del motor «maestro». Para un desgaste simétrico de los motores 2a (Ma) y 2b (Mb) y de los equipos, se permutarán a intervalos regulares los papeles de maestro y de esclavo entre los dos motores. Estos motores 2a y 2b hacen girar a continuación la hélice 1a a la velocidad de rotación deseada gracias a las cajas de transmisión 71a y 71b, y, en caso de parada de uno de los motores, la rueda libre 72a o 72b permite a la hélice 1a seguir siendo accionada por el motor operativo sin ser frenada por el motor parado. El motor 2a (Ma) o 2b (Mb) sigue operativo y el conjunto de los ventiladores eléctricos 3, llamados también de supervivencia, garantizan entonces el rescate del aerodino y de su carga útil. Por supuesto, se puede tener el mismo esquema con dos hélices contrarrotantes 1a y 1b de diámetros  $\phi_1$  en el ventilador portante 1 en lugar de la única hélice 1a y dos hélices eléctricas de actitud 31a y 31b, carenadas o no carenadas, de diámetros  $\phi_2$  en lugar de la única hélice 31a en cada ventilador de actitud tal como 3a.

La figura 15 es un diagrama que muestra zonas de exclusión en función de las elecciones de carga del rotor (T/A1), siendo T la carga máxima del aerodino, y de relaciones (A2/A1) de superficies entre la superficie total A2 de dichos ventiladores eléctricos 3 de estabilización y/o de supervivencia y la superficie A1 del ventilador principal 1. Ventajosamente, la carga (T/A1) del disco del ventilador portante 1 está comprendida entre 450 N/m<sup>2</sup> y 750 N/m<sup>2</sup> (curva (2)). Ventajosamente, la relación de las superficies A2/A1 entre la superficie total A2 de los ventiladores de actitud 3 y la superficie A1 del ventilador portante 1 es superior al 70 %.

La figura 16 es una vista esquemática de lado de un ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención. El aerodino es cercano al de la figura 14, pero con las siguientes diferencias:

- el ventilador portante 1 comprende dos hélices coaxiales contrarrotantes 1a y 1b no carenadas y de mismo diámetro  $\phi_1$  y los ventiladores eléctricos 3' de estabilización y/o de supervivencia comprenden hélices coaxiales, contrarrotantes 31 y 32 no carenadas de mismo diámetro  $\phi_2$ , que son, a su vez, accionadas, cada una, respectivamente, por uno de dos motores eléctricos ma y mb. Como alternativa, las dos hélices 31 y 32 pueden ser accionadas colectivamente por uno o varios motores eléctricos con una transmisión contrarrotante (no representada en la figura 16).

Los dos grupos motopropulsores Ma y Mb accionan, cada uno, respectivamente una de las dos hélices 1a y 1b del ventilador portante 1 de forma independiente pero sincronizado. Esto permite evitar una transmisión contrarrotante. Se puede también, llegado el caso, suprimir las ruedas libres ya que la parada de uno de los dos motores (Ma y Mb) no tiene ninguna consecuencia sobre el funcionamiento del otro motor y de la hélice que está asociado con él.

Finalmente, los alerones 6 están sobredimensionados para equilibrar el par de accionamiento de una sola hélice 1a o 1b en situación de supervivencia con uno de los dos motores Ma y Mb averiado.

5 La figura 17 es una vista esquemática del ventilador portante 1 accionado por dos grupos motopropulsores Ma y Mb y asociado a ventiladores de actitud eléctricos carenados de los que solo se ha representado un ventilador 3a con sus componentes. En esta versión del aerodino, los puntos principales que la distingue de la arquitectura descrita en referencia a la figura 16, son:

- 10 - cada uno de los dos grupos motopropulsores Ma y Mb acciona el conjunto de las dos hélices coaxiales contrarrotantes 1a y 1b de mismo diámetro  $\phi 1$  mediante una caja de transmisión contrarrotante única 70. Los inconvenientes de esta arquitectura con respecto a la de la figura 16, son, por un lado, la necesidad de tener una transmisión contrarrotante (peso y coste elevados), y, por otro lado, la necesidad de tener una sincronización perfecta entre los dos motores Ma y Mb bajo una lógica de tipo "maestro - esclavo", como se ha explicado anteriormente (simbolizada por la flecha entre Ma y Mb en la figura 17);
- 15 - no obstante la principal ventaja es que, en caso de avería de uno de los motores Ma y Mb, el motor que sigue operativo puede accionar las dos hélices 1a y 1b en una rotación contrarrotante, en lugar de una hélice única como para la figura 16, y, por lo tanto, con pares equilibrados y con un mejor rendimiento de sustentación.

20 Los ventiladores axiales eléctricos tales como 3a están carenados y equipados con dos hélices coaxiales contrarrotantes 31a y 31b, de mismo diámetro  $\phi 2$ , por lo tanto con un rendimiento de sustentación óptimo.

En este ejemplo, cada una de las dos hélices 31a y 32a del ventilador de actitud 3a es accionada por, respectivamente, uno de dos pequeños motores eléctricos  $m_a$  y  $m_b$ , preferentemente idénticos.

25 Los principales componentes eléctricos, y, opcionalmente electrónicos, en particular los motores eléctricos  $m_a$  y  $m_b$ , sus baterías eléctricas de alimentación, controladores de control de estos motores y baterías, conectores de conexión de los motores a las baterías, así como uno o varios alternadores (no representados en las figuras) de recarga de baterías, accionados a partir de uno o varios motores térmicos, están agrupados con los motores principales de los grupos motopropulsores Ma y Mb y la caja de transmisión 70, en un recinto 90 cerrado termostatado, en la parte central de la estructura portante 4, en la que los componentes eléctricos están próximos entre sí, lo que facilita las transmisiones entre sí de corrientes eléctricas, cuyas intensidades pueden alcanzar varios cientos de amperios. Cada uno de los motores eléctricos  $m_a$  y  $m_b$  en el recinto 90 está conectado mediante una transmisión mecánica con árbol rotatorio 80 a un reenvío de ángulo mecánico 80a, montado en el centro del ventilador de actitud 3a, para el accionamiento en rotación contrarrotante de las hélices 31a y 32a respectivamente por los motores  $m_a$  y  $m_b$ . Cada árbol 80 está equipado con una transmisión con junta de cardán 80b que permite abatir o replegar una parte del árbol rotatorio 80 con una parte del brazo portante 5a que corresponde al lago de la estructura portante 4, para reducir el volumen del aerodino posado en el suelo y su introducción en hangar o su transporte terrestre.

40 La figura 18 es una vista esquemática de una arquitectura del aerodino de acuerdo con la invención que es análoga a la de la figura 16, salvo que hay dos pares de motores Ma1, Mb1 y Ma2, Mb2 para accionar cada una, respectivamente, de las dos hélices 1a y 1b del ventilador portante 1. La relación "maestro - esclavo" se aplica en este caso también, simbolizada por las flechas en la figura 18, pero implica una transitividad a la vez entre los dos grupos de motores Ma1, Mb1 y Ma2, Mb2 y en el interior de cada grupo de motores de Ma1 a Mb1 y de Ma2 a Mb2.

45 Por supuesto, se podría multiplicar el número de motores en cada grupo y tener más de dos motores por grupo.

**REIVINDICACIONES**

1. Aerodino de despegue y aterrizaje vertical, de tipo llamado VTOL, que comprende:

- 5 - una estructura portante (4), a la que están conectados estructuralmente:
- al menos un ventilador portante (1) axial, con eje de rotación (Z) sustancialmente vertical y fijo con respecto a dicha estructura portante (4), y capaz de garantizar la sustentación del aerodino,
- al menos un grupo moto-sustentador, que comprende al menos un motor de accionamiento principal (2) de dicho ventilador portante (1),
- 10 - al menos tres ventiladores de actitud (3), capaces de controlar la actitud del aerodino en balanceo y cabeceo, siendo cada ventilador de actitud (3) un ventilador con motorización eléctrica,
- estado cada ventilador de actitud (3) fijado a uno, respectivamente, de una pluralidad de brazos (5) alargados, distribuidos de forma sobresaliente lateral externa alrededor de dicha estructura portante (4), a la que está conectado cada brazo (5) por una parte de extremo llamada interna, de modo que el eje de rotación de cada
- 15 ventilador de actitud (3) es fijo con respecto a dicha estructura portante (4), y que todos los ventiladores de actitud (3) están situados en el exterior del volumen ocupado centralmente por dicho ventilador portante (1),
- al menos una batería de alimentación de las motorizaciones eléctricas de los ventiladores de actitud (3),
- un tren de aterrizaje (4a), fijado debajo de dicha estructura portante (4), y
- 20 - al menos una barquilla (10), capaz de soportar una carga útil y/o dicha batería,

**caracterizado por que** alerones (6) de control de la guiñada, ajustables en incidencia, son portados por al menos uno de los brazos (5) portantes de los ventiladores de actitud (3), y preferentemente por el o los brazos (5) portantes orientados paralelamente al sentido de desplazamiento del aerodino.

25 2. Aerodino de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho al menos un motor de accionamiento principal (2) de dicho ventilador portante (1) es un motor de combustión interna.

30 3. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** dicho ventilador portante (1) es un ventilador que comprende dos hélices multipala (1a, 1b) coaxiales y contrarrotantes, de paso fijo o colectivamente variable.

35 4. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado por que** el centro de gravedad de dicho al menos un motor de accionamiento principal (1) está situado verticalmente debajo de dicho ventilador portante (1) y encima del plano formado por hélices (31) de dichos ventiladores de actitud (3).

40 5. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** un motor de emergencia y/o auxiliar (m'), de menor potencia que la de dicho al menos un motor de accionamiento principal (M) de dicho ventilador portante (1), preferentemente del orden del 25 % al 50 % de la de dicho motor principal (M), está asociado a dicho motor principal (M), mediante una transmisión, preferentemente con embrague o embragues y rueda o ruedas libres (71, 72, 73, 71', 72', 73') que permiten aplicar selectivamente la suma de las potencias de dicho motor principal (M) y de dicho motor de emergencia y/o auxiliar (m') al ventilador portante (1), o, en caso de avería de dicho motor principal (M), solamente la potencia del motor de emergencia y/o auxiliar (m'), estando el ventilador portante (1) asistido entonces por los ventiladores de actitud (3), cuya motorización eléctrica está dimensionada para permitir la toma de control del aerodino con su carga útil.

45 6. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** los ventiladores de actitud (3a, 3b, 3c, 3d) son ventiladores carenados, estando dicho al menos un ventilador portante (1) no carenado y, preferentemente, protegido por una estructura de protección (8) calada.

50 7. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** los ventiladores de actitud (3', 3'a) son ventiladores no carenados, de manera similar a dicho al menos un ventilador portante (1), que está, preferentemente, protegido por una estructura de protección (8) calada.

55 8. Aerodino de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 **caracterizado por que** cada ventilador de actitud (3a, 3') comprende dos hélices multipala coaxiales (31a, 32a; 31, 32) y contrarrotantes, accionadas, cada una, respectivamente, por uno de dos motores eléctricos (m<sub>a</sub>, m<sub>b</sub>), o colectivamente por uno o varios motores eléctricos.

60 9. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la superficie total (A2) de los ventiladores de actitud (3) es superior al 35 % de la superficie (A1) de dicho ventilador portante (1), preferentemente comprendida entre el 60 % y el 100 % de la superficie de dicho ventilador portante (1).

65 10. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** dicho grupo moto-sustentador comprende al menos dos motores (Ma, Mb) o grupos de motores de potencia sustancialmente equivalente, que constan cada uno en serie, antes de una transmisión de potencia (71a), 71b) al ventilador portante (1), de un embrague (73a, 73b) y de una rueda libre (72a, 72b) de modo que, cuando un motor (Ma, Mb) o grupo de motores está averiado, el accionamiento del ventilador portante (1) está garantizado por el otro motor (Mb, Ma) o

grupo de motores “desembragando” el motor o grupo de motores averiado.

- 5 11. Aerodino de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** los dos motores (Ma, Mb) o grupos de motores son gestionados de acuerdo con un control de tipo “maestro - esclavo”.
12. Aerodino de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 11, **caracterizado por que** cada motor o grupo de motores (Ma1, Mb1; Ma2, Mb2) acciona, respectivamente, una de las hélices (1a, 1b) multipala coaxiales del ventilador portante (1) de forma contrarrotante evitando de este modo una transmisión contrarrotante.
- 10 13. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** aguas abajo de la o de las hélices (1a, 1b) multipala de dicho ventilador portante (1), dichos alerones (6) ajustables en incidencia son capaces de ajustar la rectificación del flujo de aire a la salida de dicho ventilador portante (1) y de adaptar el par rectificador a las variaciones del par en respuesta al par de accionamiento de dicha o de dichas hélices (1a, 1b).
- 15 14. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el ventilador portante (1) comprende solamente una hélice multipala (1a), de paso fijo o de paso variable, sin rectificador y **por que** alerones (6a, 6b) ajustables en incidencia y portados por al menos uno de los brazos (5a, 5b) portantes de los ventiladores de actitud (3a, 3b) equilibran el par motor.
- 20 15. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y 8 a 14, **caracterizado por que** los ventiladores de actitud carenados (3a, 3b, 3c, 3d) están fijados a sus brazos portantes (5a, 5b, 5c, 5d) de modo que los centros de empuje de los ventiladores de actitud (3a, 3b, 3c, 3d) están sustancialmente en un plano horizontal sustancialmente por debajo del centro de gravedad del aerodino, de modo que el momento llamado de captación ejercido en situación de viento lateral, sobre el carenado (30) de los ventiladores de actitud con respecto al centro de gravedad sea poco importante.
- 25 16. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por que** la carga útil (W) está suspendida mediante un sistema (9) articulado en balanceo y en cabeceo a un nivel vertical cercano al centro de gravedad del aerodino excluyendo la carga útil, para conservar una posición vertical estable del centro de gravedad bajo carga en balanceo y cabeceo.
- 30 17. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por que** los brazos (5) portantes de los ventiladores de actitud (3) son plegables y/o desmontables, cuando el aerodino está posado.
- 35 18. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizado por que** la carga (T/A1) del disco del ventilador portante (1) está comprendida entre 450 N/m<sup>2</sup> y 750 N/m<sup>2</sup>.
- 40 19. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado por que** componentes eléctricos y electrónicos del aerodino, que comprenden al menos los motores eléctricos (36; m1, m2; ma, mb) y baterías de alimentación de los ventiladores de actitud (3), así como controladores de control de los motores, conectores de conexión de dichas baterías a dichos motores, y al menos un alternador de recarga de las baterías están agrupados en un recinto (90) cerrado, preferentemente termostatado, dispuesto en una zona sustancialmente central de dicha estructura portante (4), y conectado a cada ventilador de actitud, para el accionamiento de su o sus hélices (31a, 32a), mediante una transmisión mecánica con árbol rotatorio (80), que consta, preferentemente, de un racor con junta de cardán (80b) que permite el plegado o abatimiento de al menos una parte de dicho árbol rotatorio con al menos una parte de dicho brazo portante (5) correspondiente, y con respecto a dicha estructura portante (4).
- 45 20. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado por que** un brazo portante (5a) de ventilador de actitud (3a) y situado en un plano definido por el eje de rotación (z) del ventilador portante (1) y por el eje (x) de desplazamiento longitudinal del aerodino y por detrás del aerodino es también portante de un empenaje horizontal (20), para facilitar el trabajo de dicho ventilador de actitud (3a) en situación de desplazamiento longitudinal del aerodino.
- 50 21. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizado por que** la parte periférica aguas arriba (30a) del carenado (30) de dichos ventiladores de actitud (3a) es abultada radialmente hacia el exterior en su periferia y de acuerdo con un perfil redondeado y convexo, capaz de reducir el coeficiente de resistencia con respecto a un viento relativo lateral, teniendo la parte aguas abajo (30b) de dicho carenado (30) una cara externa sustancialmente cilíndrica de sección transversal circular.
- 55 22. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en relación con la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho motor de emergencia y/o auxiliar (m') es un motor eléctrico, y su potencia y la de los motores eléctricos de los ventiladores de actitud (3) aportan un incremento de potencia insensible a la altitud durante el vuelo del aerodino.
- 60 23. Aerodino de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 y 22, **caracterizado por que** dicho ventilador portante (1) accionado por dicho motor de emergencia y/o auxiliar (m') y dichos ventiladores de actitud (3) tienen
- 65

densidades de flujo de potencia respectivamente  $p_1$  y  $p_2$ , de modo que  $0,5 \times p_1 < p_2 < 1,5 \times p_1$ .

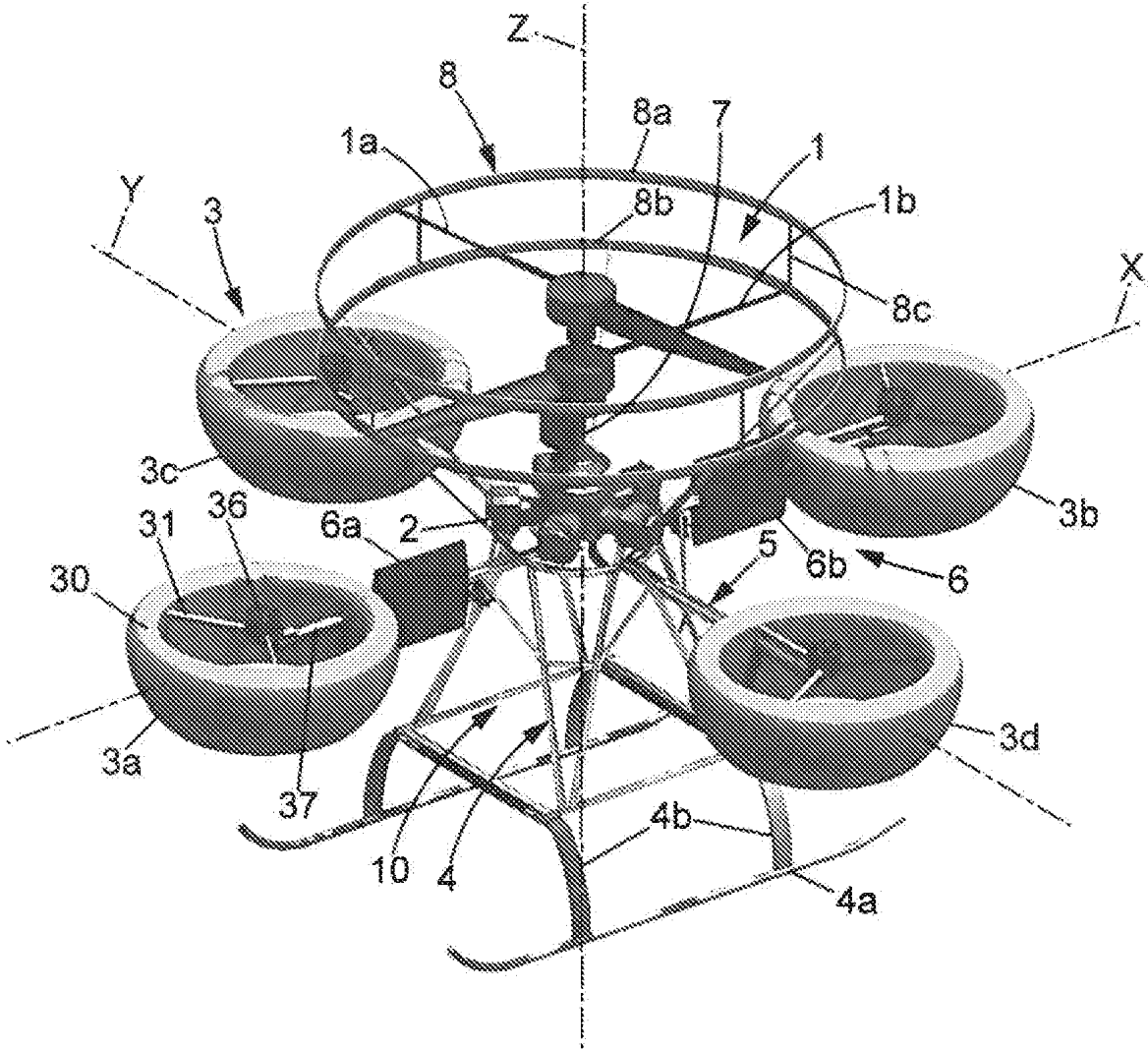


FIG. 1

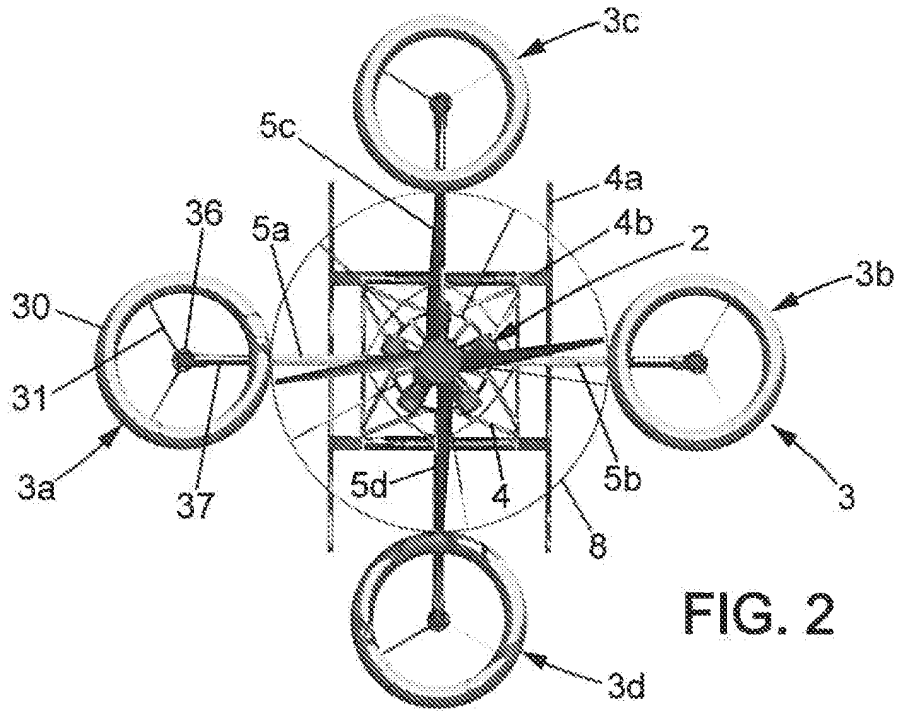


FIG. 2

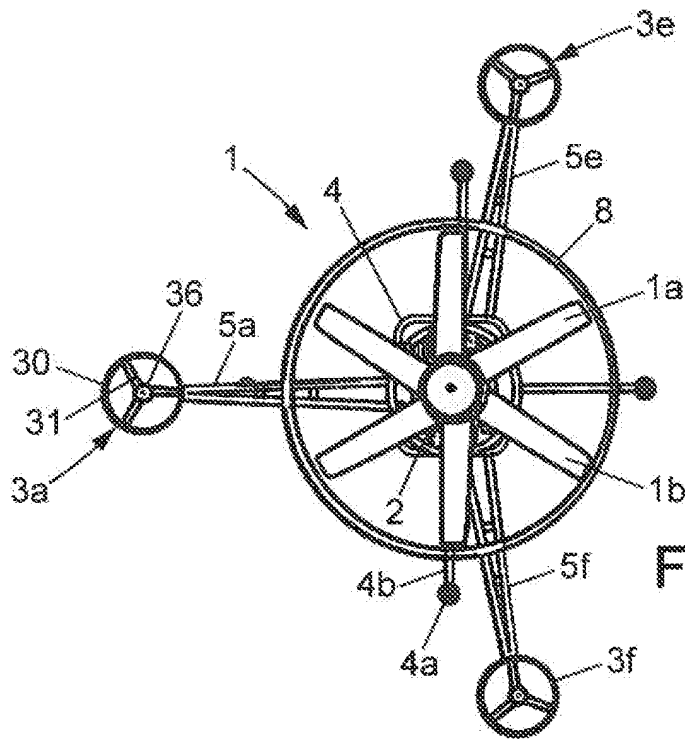


FIG. 3



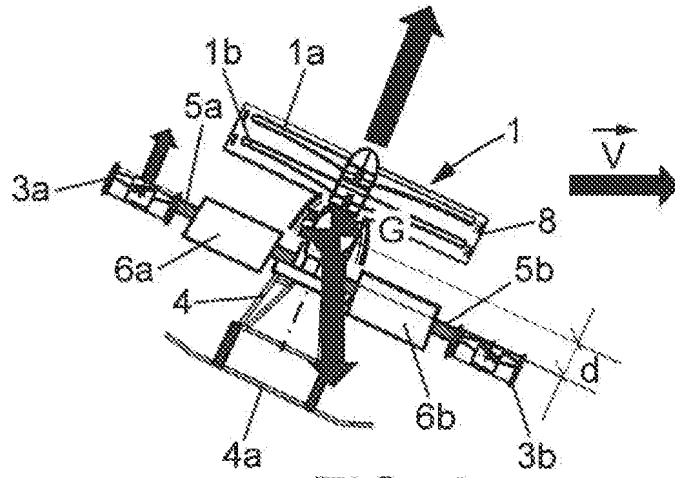


FIG. 4

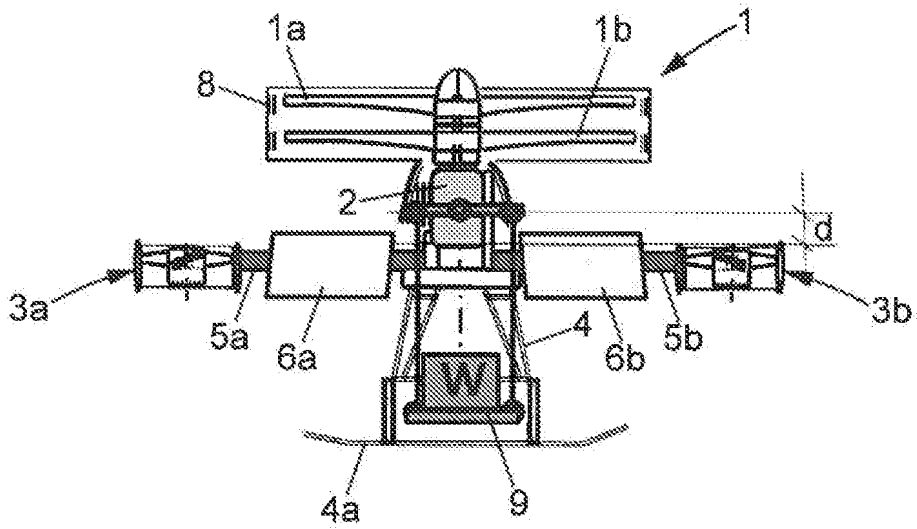


FIG. 5

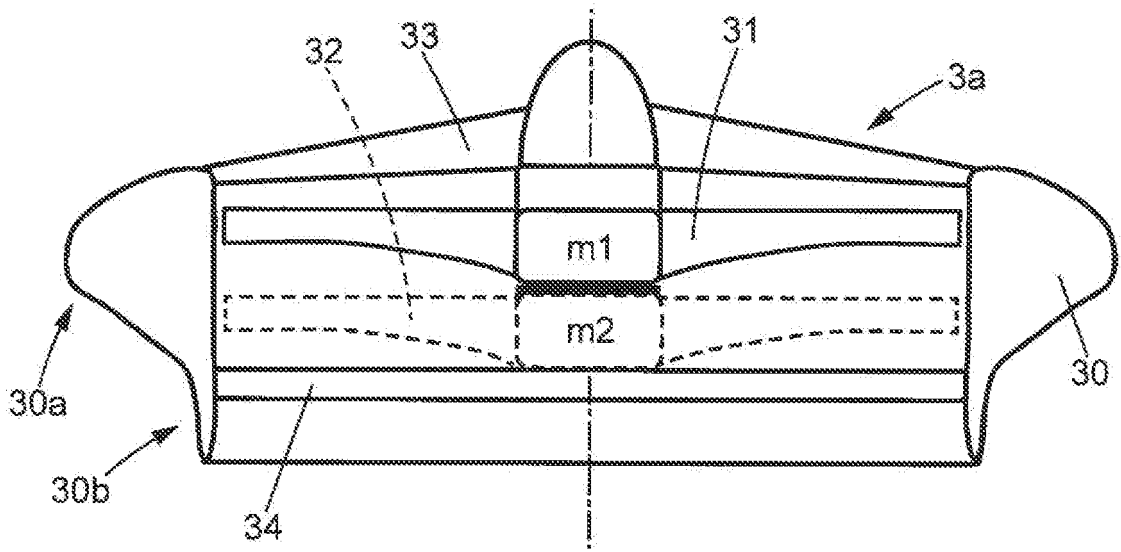


FIG. 6

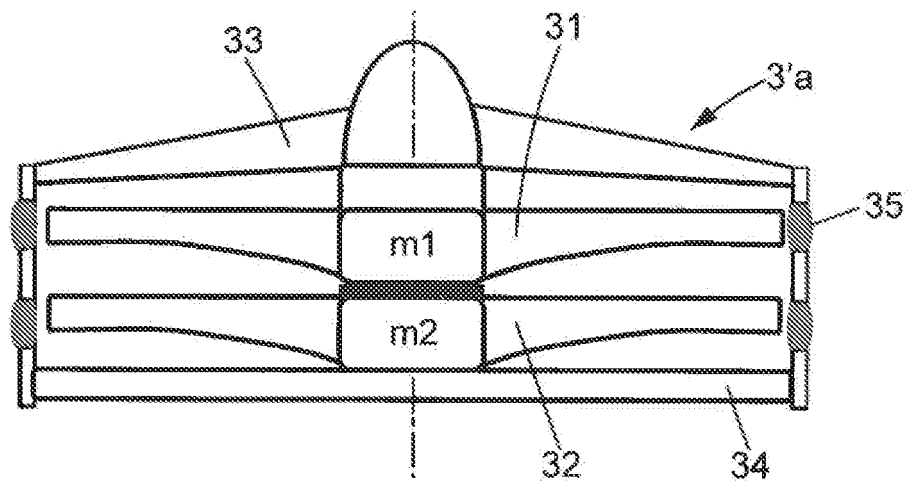


FIG. 7

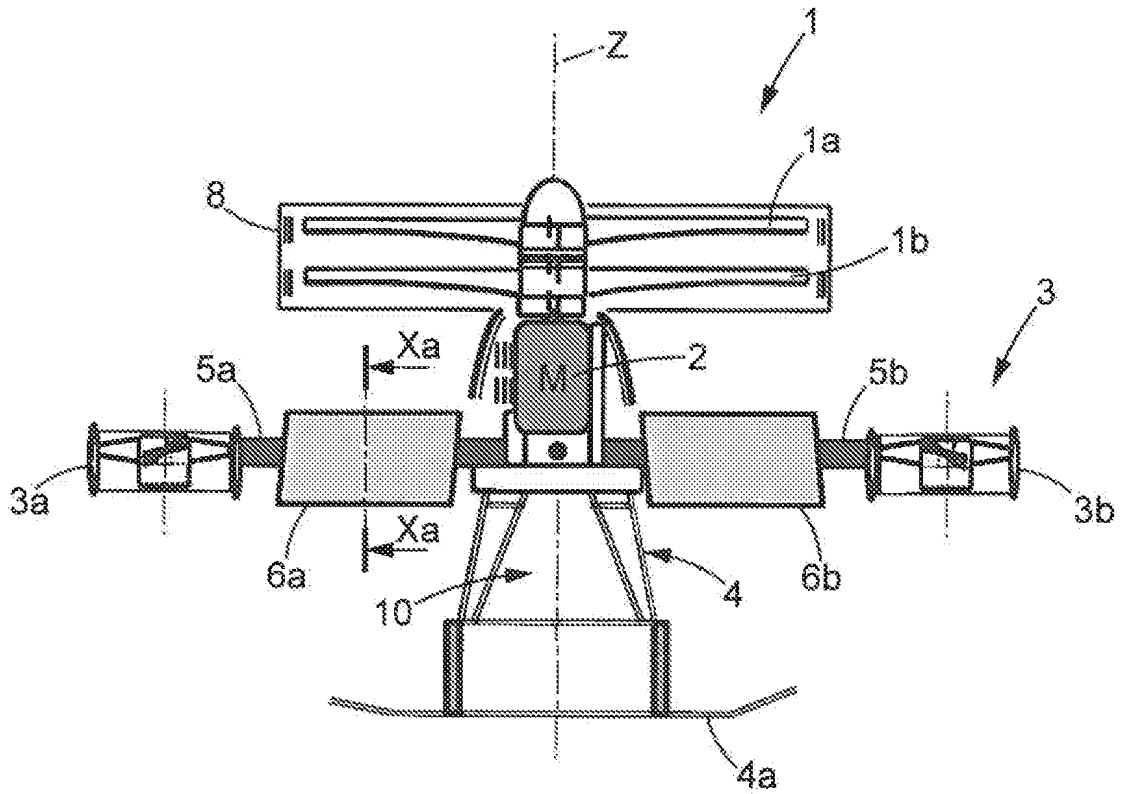


FIG. 8

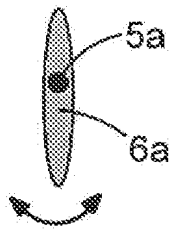


FIG. 8a

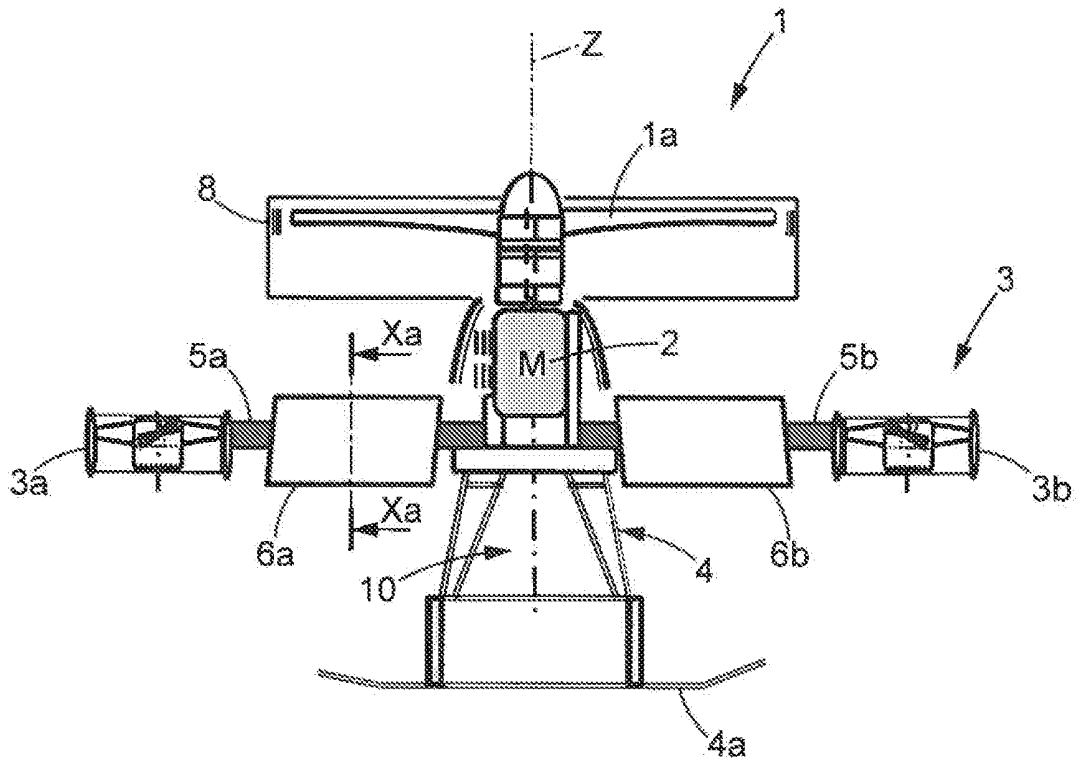


FIG. 9

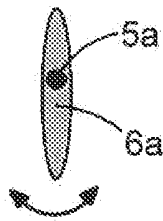


FIG. 9a

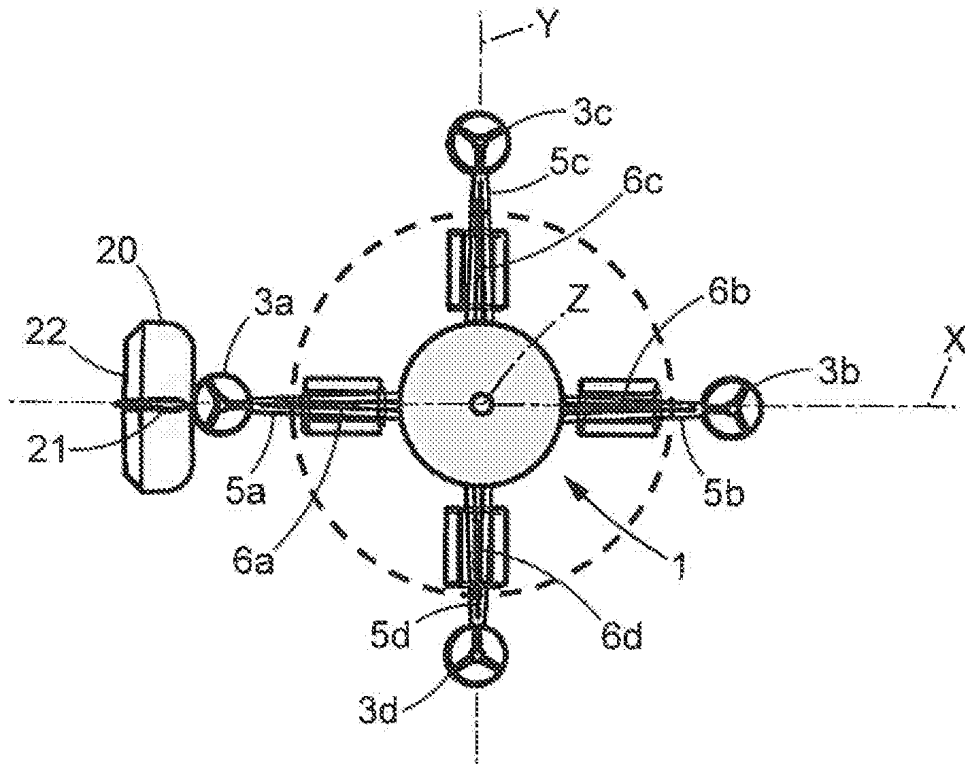


FIG. 10

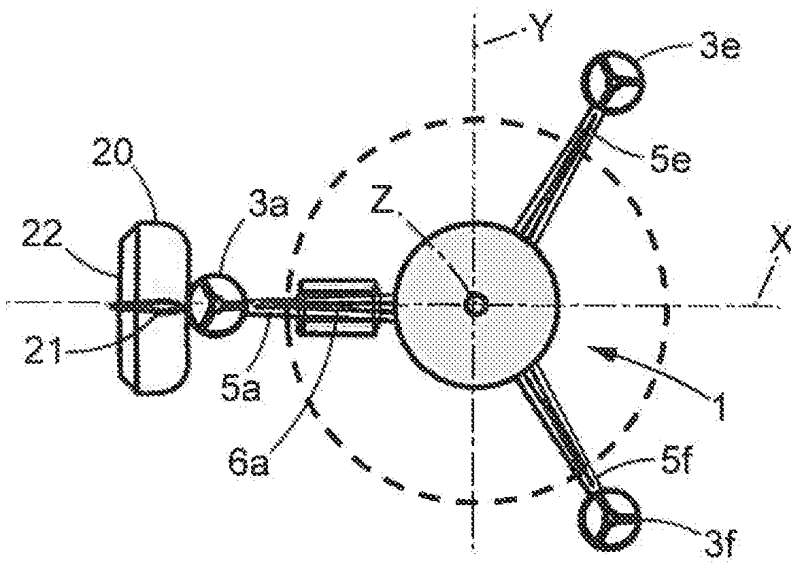


FIG. 11

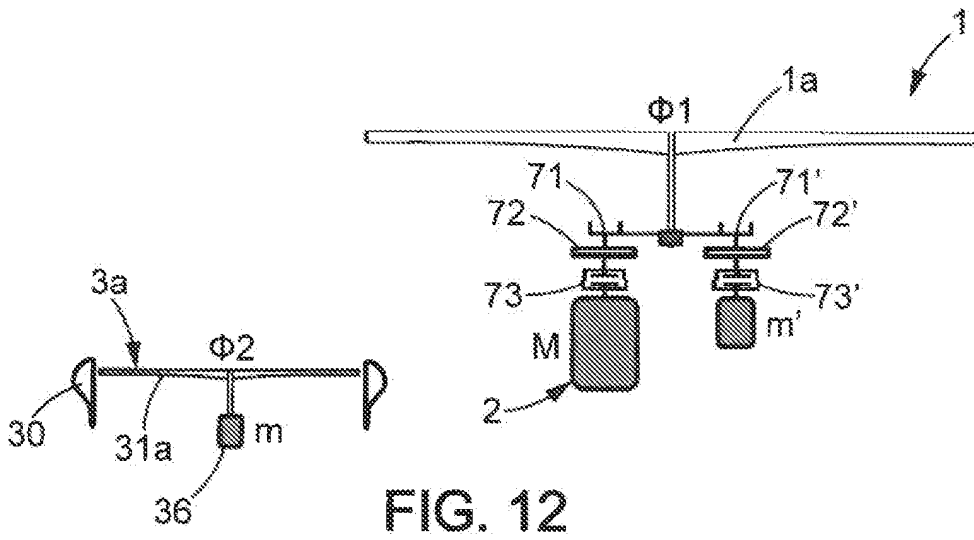


FIG. 12

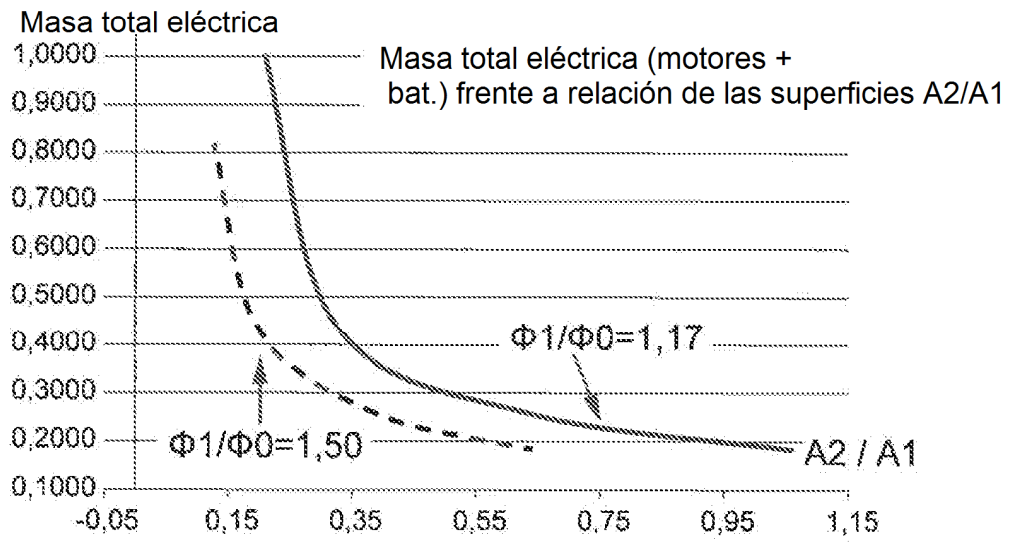


FIG. 13

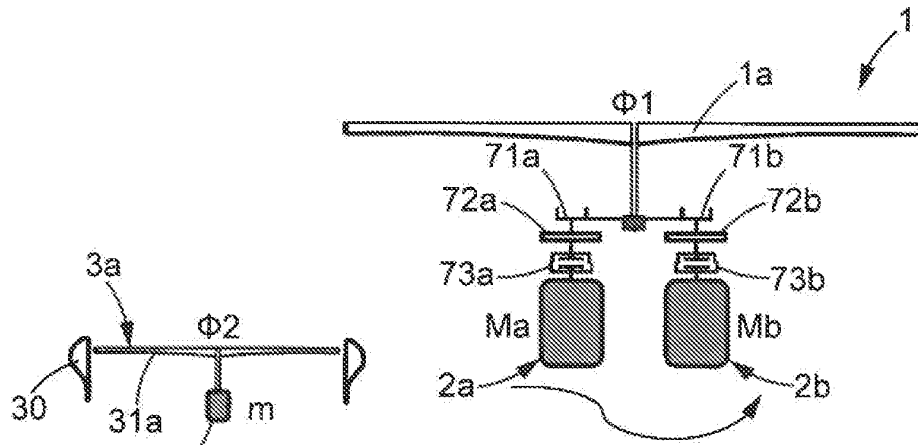


FIG. 14

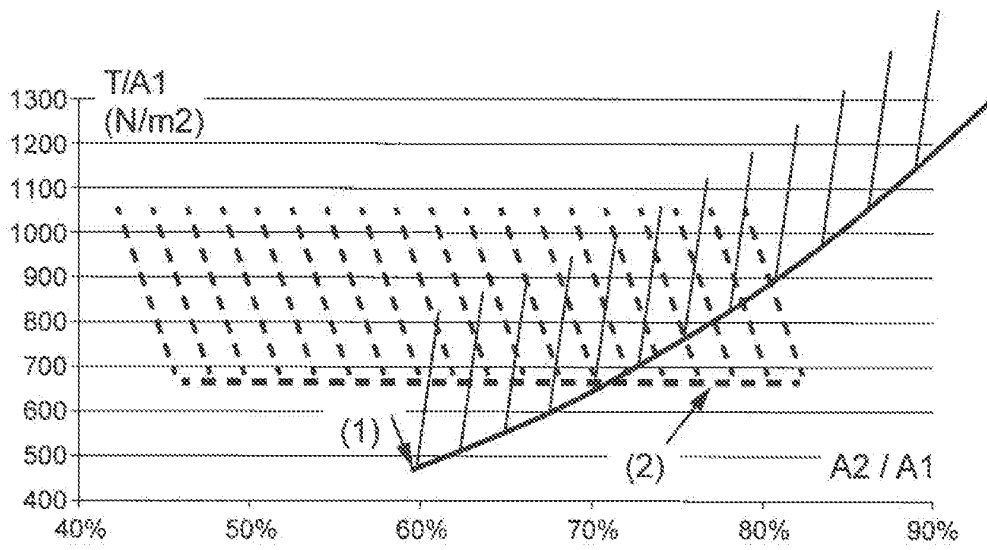


FIG. 15

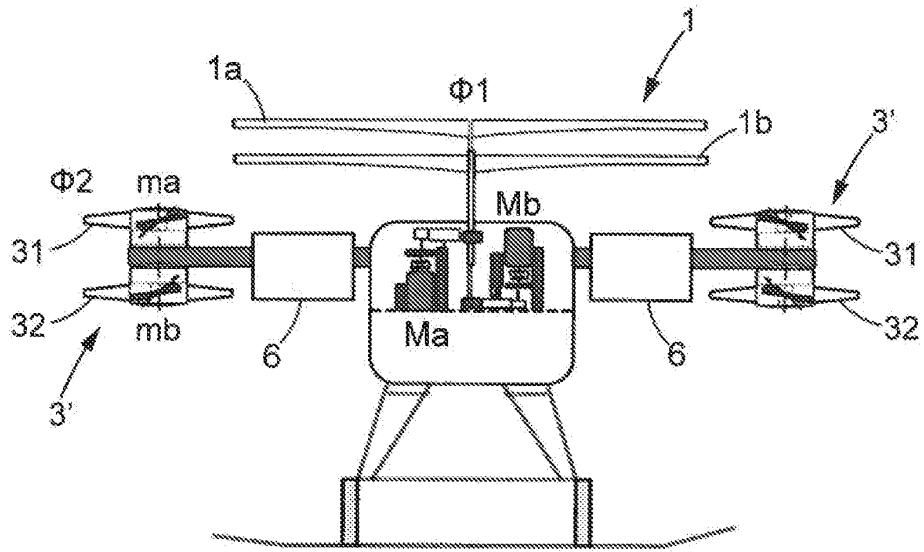


FIG. 16

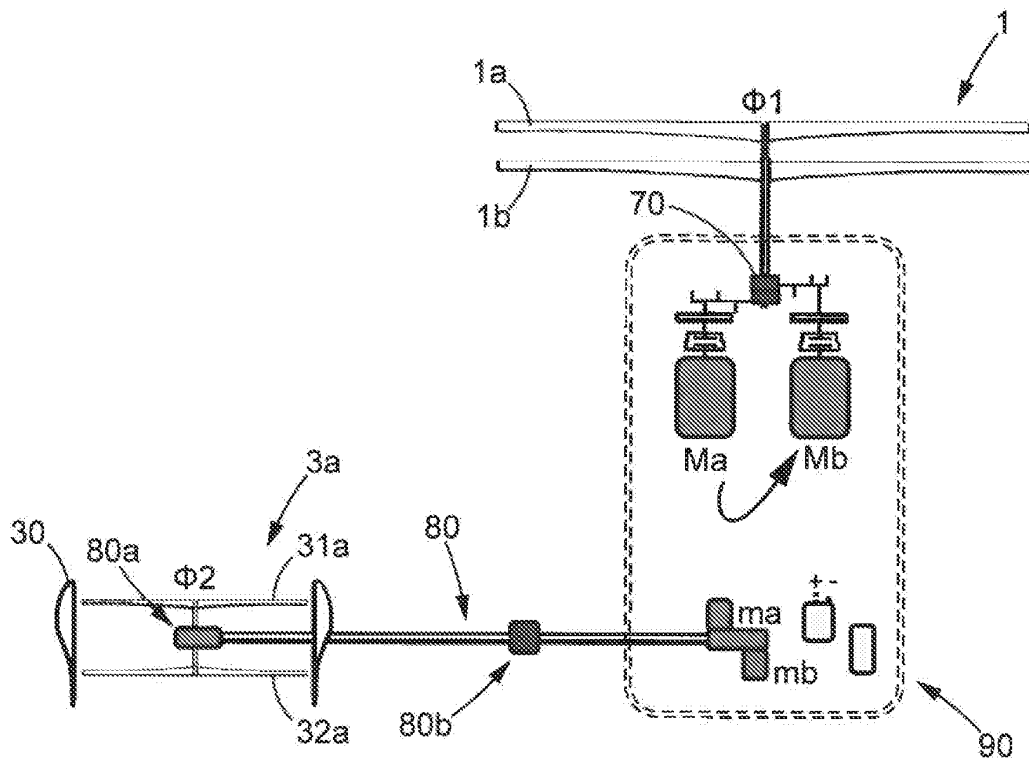


FIG. 17



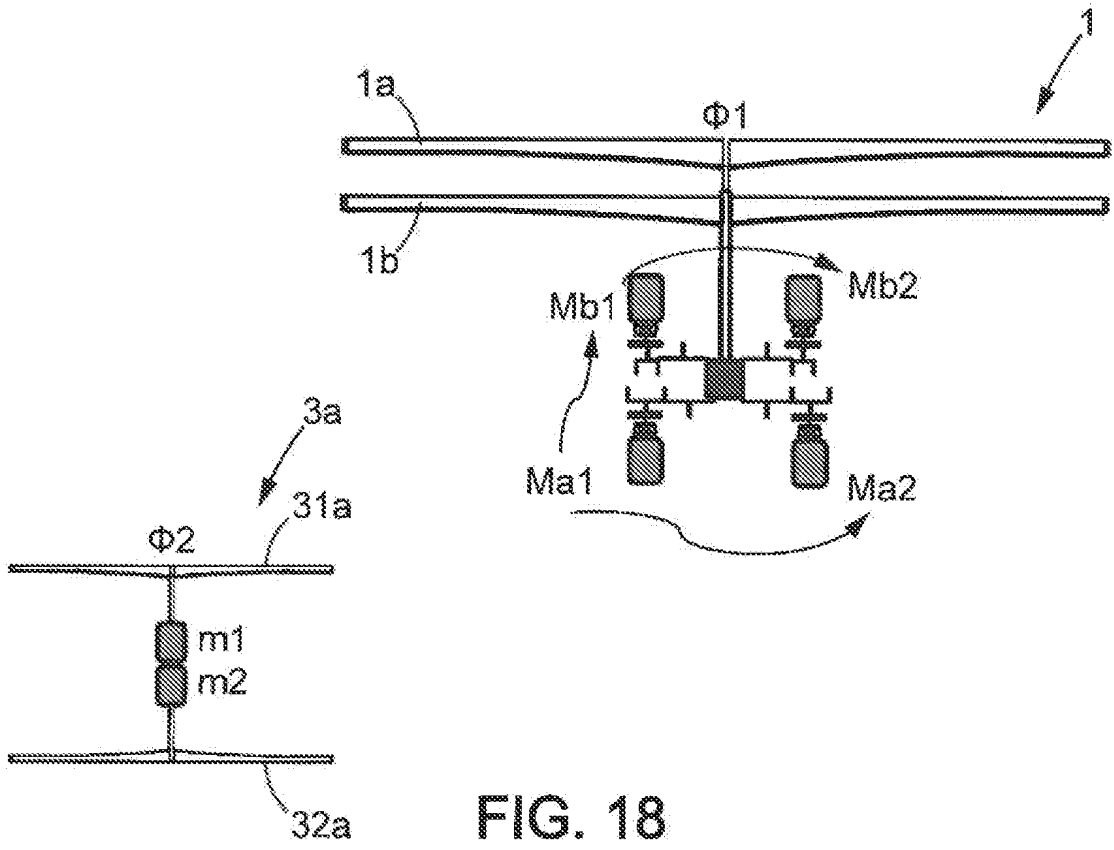


FIG. 18