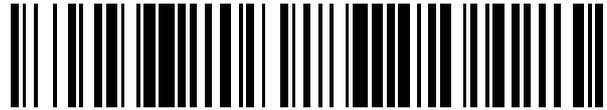


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 095**

51 Int. Cl.:

**B64C 29/00** (2006.01)

**B64C 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2010 E 10801607 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2507130**

54 Título: **Dispositivo de sustentación y propulsión y aerodino equipado con dicho dispositivo**

30 Prioridad:

**02.12.2009 FR 0958585**

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

**06.06.2016**

73 Titular/es:

**SIMON, JEAN-MICHEL (100.0%)  
26 rue Gambetta  
92320 Chatillon, FR**

72 Inventor/es:

**SIMON, JEAN-MICHEL**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

**ES 2 573 095 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

Dispositivo de sustentación y propulsión y aerodino equipado con dicho dispositivo

5 **Sector de la técnica**

La invención se refiere a un dispositivo de sustentación/propulsión, y a un aerodino equipado con dicho dispositivo, que permite que el aerodino despegue y aterrice verticalmente o en cortas distancias (aerodino denominado V/STOL, que es el acrónimo de la expresión anglosajona: *Vertical/Short Take-Off and Landing*), así como que pueda moverse en vuelo en todas las direcciones.

**Estado de la técnica**

La invención se aplica en particular a los medios de transporte de cargas, en particular de cargas pesadas, que el dispositivo está de manera ventajosa destinado a levantar verticalmente y a transportar horizontalmente compitiendo principalmente con los medios de elevación de aeronaves "más ligeras que el aire" como los globos dirigibles.

Se han presentado ya numerosas propuestas de aerodinamos V/STOL. Pero, aparte del helicóptero, los aviones de rotores basculantes (denominados "tilt rotors") y algunos aviones de ataque con deflexión de chorros, como el "Harrier", o con propulsores de apoyo para la sustentación en el despegue y en el aterrizaje, estas propuestas no han encontrado el éxito esperado. Se observa también, desde hace algunos años, un renovado interés por los aparatos con hélices carenadas integradas en la estructura de dichos aparatos.

La falta de éxito comercial de estos aerodinamos se deriva de que todos ellos sufren de grandes inconvenientes, entre los cuales hay que señalar:

1. su escasa capacidad de elevación, lo que los limita generalmente a utilizar potencias motores sobredimensionadas con respecto a lo que sería necesario para el vuelo de crucero: es el caso de los helicópteros, de los aviones de ataque, de los aerodinamos con hélices carenadas;
2. su elevado precio, que es el resultado del anterior inconveniente, lo que conduce al uso de caras turbinas de gas para ganar en masa en la motorización: es el caso de los helicópteros y de los aerodinamos con hélices carenadas;
3. el peligro de la cercanía de una hélice que gira sin protección: es el caso de los helicópteros y de los aerodinamos con rotores basculantes; y
4. su dificultad para gestionar la fase de transición entre el vuelo vertical y el vuelo horizontal: es el caso de los aerodinamos con rotores basculantes y/o con hélices carenadas.

Para aumentar la fuerza de sustentación vertical de los dispositivos de sustentación/propulsión con los que están equipados estos aerodinamos V/STOL, ya se han propuesto, con una cierta eficacia, unos medios de "soplado" de la superficie de sustentación. En estas realizaciones, todo o parte de un flujo de gas, generado por un generador de gas, como una turbina de gas por ejemplo, se "sopla" sobre unas alas para generar una fuerza de sustentación vertical importante en estas condiciones. Es en concreto el caso de las realizaciones propuestas en los siguientes documentos de patentes.

La patente US 4 447 028, en la que el soplado garantizado por unos turboreactores de un aerodino directamente sobre la cara superior de las alas muy curvadas del aerodino permite acortar la distancia de despegue, pero no permite despegar ni aterrizar verticalmente.

Todas las patentes US 3 124 323, US 3 276 723, US 3 785 592, US 5 054 713, US 5 170 963 y US 6 382 560 describen (entre otros numerosos ejemplos más) unos dispositivos con estructura(s) circular(es), especie de "platos volantes", en las que uno o varios generadores de gas integrados dentro de estas estructuras sopla(n) un flujo de aire sobre unas superficies de sustentación periféricas, anulares o dispuestas en forma de círculo alrededor del centro de la estructura. Algunos de estos dispositivos pueden ser eficaces para desarrollar una fuerza de sustentación vertical importante, pero, por el contrario, todos estos dispositivos presentan grandes inconvenientes en vuelo horizontal, en lo que se refiere en particular a la estabilidad, a la resistencia al avance (importante fuerza de arrastre desarrollada), a la complejidad de los mecanismos asociados a la movilidad necesaria de las superficies de sustentación, o, al menos, de partes de la superficie de sustentación, para pasar de una a otra de las diferentes configuraciones de vuelo, entre las cuales sobre todo, la transición entre el vuelo vertical y el vuelo horizontal, y a la inversa. La patente US 5 170 963 mencionada con anterioridad describe, como la mayoría de las demás patentes mencionadas del mismo grupo, una estructura circular que consta de unas superficies de sustentación con flaps y dispuestas alrededor de la estructura de soporte circular (véase la figura 1), siendo estos flaps móviles y estando articulados por unos cilindros para poder pasar de una posición de elevación normal (véase la figura 2A) a una posición de fuerte elevación (configuración denominada "hipersustentadora", véase la figura 2B). Se entiende, al

analizar esta patente, que, para obtener una fuerza de sustentación suficiente, las alas sopladas deben estar en una configuración "hipersustentadora", que será probablemente satisfactoria y suficiente para elevar el aparato. Pero, sabiendo que en vuelo de crucero horizontal, es preciso que estas alas recuperen un perfil aerodinámico normal y, por lo tanto, que sus flaps se "retraigan", es fácil anticipar dificultades insuperables o difíciles de superar para alcanzar un equilibrio aceptable entre la elevación necesaria para que el aerodino se mantenga en vuelo, y el arrastre de los perfiles de las superficies de sustentación que frena el aerodino, sin tener en cuenta el arrastre de los actuadores, como unos cilindros, que maniobran los flaps, cuando los perfiles de superficies de sustentación están sometidos a un viento transversal.

Estas razones son probablemente aquellas por las que las invenciones descritas en estos documentos de patentes nunca se han traducido en realizaciones concretas, observables en la vida cotidiana.

La patente US 5 503 351 describe una combinación de dispositivos circulares como los que enumerados con anterioridad con una estructura de helicóptero (véase su figura 1) o de un autogiro (véase su figura 7). El peso del dispositivo, y sobre todo su complejidad, así como las fuerzas de arrastre generadas en vuelo de crucero hacen que este concepto sea difícil de aplicar. La transición entre el vuelo vertical y el vuelo horizontal debería de ser también muy difícil de gestionar.

La patente US 3 837 600 describe un avión capaz de volar en cualquier dirección utilizando unas hélices accionadas en rotación cada una dentro de un carenado respectivo con las que son solidarias las superficies de sustentación respectivas, siendo giratorio cada uno de los conjuntos carenados -superficies de sustentación sopladas-, en la parte delantera, en el centro y en la parte trasera del avión, y lateralmente a ambos lados del fuselaje del avión, alrededor de un eje fijo inclinado de arriba hacia abajo y del exterior hacia el interior en un plano paralelo al plano definido por los ejes de cabeceo y guiñada, con el control de un giro sincronizado para los conjuntos montados en la parte delantera y en el centro del avión. Esta realización tiene como principal inconveniente un muy fuerte arrastre inducido de los conjuntos giratorios, así como el coste, la masa y la complejidad de realización de los mecanismos que garantizan los giros sincronizados de dichos conjuntos.

Por los documentos GB 951 186 y GB 2 321 227 que describen las características del preámbulo de la reivindicación 1, se conocen unos dispositivos de sustentación y propulsión, para un aerodino con despegue y aterrizaje vertical o corto, por el efecto de elevación obtenido mediante el soplado de un flujo de aire producido por un generador de flujo de aire sobre unas superficies de sustentación sustentadoras unidas a una estructura de soporte del aerodino, comprendiendo el dispositivo dos superficies de sustentación longitudinales, sustancialmente rectilíneas, dispuestas a ambos lados de la estructura de soporte y que se extienden sustancialmente en paralelo al eje de alabeo del dispositivo, siendo las dos superficies de sustentación longitudinales simétricas entre sí con respecto al plano definido por los ejes de alabeo y de guiñada. De esta forma, la fuerza de resistencia al avance (arrastre aerodinámico) de estas superficies de sustentación longitudinales se minimiza cuando el dispositivo se desplaza horizontalmente en el sentido de su eje de alabeo, que es su eje principal.

Sin embargo, la capacidad para generar una elevación suficiente mediante dichos dispositivos de sustentación es dudosa, razón por la cual, en los documentos de patente mencionados con anterioridad, se prevén otros dispositivos de sustentación y propulsión más clásicos, y se sustituyen o se combinan con estos.

### Objeto de la invención

Uno de los objetivos de la invención es resolver todos estos inconvenientes y proponer un dispositivo que ofrece una capacidad de carga útil importante con potencia motriz equivalente, con respecto a unos aerodinamos con hélices carenadas, una capacidad para generar una elevación significativa maximizando al mismo tiempo el caudal de aire soplado con respecto al tamaño y la masa de la estructura de soporte, y una mínima penalización en el arrastre en modo de vuelo en traslación (vuelo de avión), teniendo en cuenta la distribución del dispositivo de la invención.

Para ello, el dispositivo propuesto utiliza unas superficies de sustentación, de preferencia, pero no necesariamente, con una alta elevación, y denominadas hipersustentadoras, sometidas a al menos un flujo de aire generado por al menos un ventilador de gran diámetro, y por lo tanto tener de este modo unas alas sopladas, y realizadas de tal modo que dichas superficies de sustentación ofrecen una resistencia al avance muy baja cuando el aerodino está en vuelo de crucero horizontal. Además, esta disposición particular en la presente invención permite una transición natural entre el vuelo vertical y el vuelo horizontal.

Para ello, el dispositivo de sustentación y propulsión de acuerdo con la invención, del tipo general conocido por los documentos GB 951 186 y GB 2 321 227 y tal como se ha presentado con anterioridad, se caracteriza por que el generador de flujo de aire comprende al menos un ventilador de eje vertical o que forma un ángulo máximo de aproximadamente 30° con el eje de guiñada, y montado dentro de la estructura de soporte con un diámetro máximo, que corresponde al diámetro extremo de rotación de las palas de ventilador, superior al 50 % de la anchura de la estructura de soporte.

De manera ventajosa, el dispositivo de la invención presenta también una al menos de las siguientes características.

La estructura de soporte puede presentar, en la dirección de avance en vuelo de crucero, que es la dirección del eje de alabeo, una longitud superior a su anchura, en la dirección del eje de cabeceo del dispositivo y, de preferencia, la longitud de la estructura de soporte es superior a dos veces su anchura.

5 Las generatrices de las superficies portantes de las superficies de sustentación longitudinales son sustancialmente rectilíneas y sustancialmente paralelas al eje de guiñada del dispositivo o ligeramente inclinadas en este eje de guiñada, lo que es muy diferente de una superficie de sustentación clásica de aerodino, que se extiende perpendicularmente en el sentido de desplazamiento del aerodino o en posición oblicua, y presenta, por lo tanto, una  
10 resistencia al avance poco compatible con el vuelo de crucero, y que necesita por lo general unos medios complejos, en particular unos actuadores, para retraer estas superficies de sustentación o, de manera más general, modificar la configuración aerodinámica, para el vuelo de crucero, lo que exige además unas limitaciones en la arquitectura de dichas superficies de sustentación. En la realización propuesta por la invención, el hecho de tener las superficies de sustentación sustancialmente paralelas al eje de alabeo, por lo tanto a la velocidad de avance del aparato,  
15 excluyendo las fases de aterrizaje y de despegue, tiene como consecuencia que las superficies de sustentación longitudinales de la invención ofrecen una resistencia mínima puesto que son atacadas por el canto por el viento relativo en vuelo de crucero. No es necesario retraer estas superficies de sustentación longitudinales y, por lo tanto, tener unos mecanismos complejos y pesados para llevar a cabo esta operación, y la propia superficie de sustentación, que no se ha retraído, puede también diseñarse de forma más eficaz.

20 Para ello, las superficies de sustentación longitudinales son de manera ventajosa de tipo hipersustentador, y constan cada una de al menos un elemento de superficie de sustentación que presenta un perfil con una curvatura superior al 5 % de la cuerda de dicho perfil.

25 Además, las generatrices más extremas, de borde de ataque y de borde de salida, de las superficies de sustentación longitudinales pueden formar, con el eje de alabeo, un ángulo inferior a 5°, y la generatriz de borde de salida converge hacia la del borde de ataque en el lado de la parte delantera del eje de alabeo.

30 Las superficies de sustentación longitudinales pueden estar unidas a la estructura de soporte de modo que estas puedan adoptar cualquier ángulo entre -10° y +10° con respecto a un plano definido por dos de los tres ejes de alabeo, cabeceo y guiñada del dispositivo.

35 Además, los elementos de superficies de sustentación longitudinales pueden estar unidos entre sí y a la estructura de soporte mediante unos elementos estructurales que presentan, en sección, un perfil aerodinámico, como un perfil de ala, y dispuestos de preferencia de modo que los planos de simetría medios de estos perfiles sean paralelos al eje de alabeo del dispositivo, lo que permite ofrecer una baja resistencia al avance.

40 Para orientar el flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación a demanda, en función de las exigencias de las condiciones de vuelo, dicho flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación se orienta, a la salida de la estructura de soporte en una dirección hacia la parte trasera o hacia la parte delantera del dispositivo, y/o en una dirección hacia la parte superior o hacia la parte inferior del dispositivo, mediante dos sistemas de rejillas con aletas o álabes dirigidos.

45 Además, el flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación se puede dirigir hacia la parte superior, en su salida de la estructura de soporte, con un ángulo de preferencia superior a 10° con respecto a la horizontal, de forma que la resultante de las fuerzas de elevación y de arrastre ejercidas sobre dicha superficie de sustentación longitudinal sea sustancialmente vertical.

50 Para el soplado de las superficies de sustentación, el flujo de aire generado por el o los ventiladores sale mayoritariamente en los lados longitudinales de la estructura de soporte mediante unos orificios de salida lateral del flujo de aire, que se dividen, de manera ventajosa, en al menos tres, y de preferencia cuatro, categorías y dirigidos de forma independiente: unos orificios enfrentados a la superficie de sustentación para garantizar la elevación del dispositivo, unos orificios enfrentados a los extremos de la superficie de sustentación para garantizar la estabilidad alrededor de los ejes de alabeo y de cabeceo, unos orificios no enfrentados para garantizar la estabilidad de la rotación alrededor del eje de guiñada y, eventualmente, unos orificios en la parte trasera para la propulsión.

55 Con el fin de permitir orientar la elevación de las superficies de sustentación longitudinales a demanda, en función de las exigencias de las condiciones de vuelo, las superficies de sustentación longitudinales y al menos un elemento estructural que los une a la estructura de soporte forman un conjunto rígido que se puede establecer alrededor de un eje de articulación paralelo o coincidente con el eje de alabeo y/o de un eje de articulación paralelo o coincidente con el eje de cabeceo.

60 El generador de flujo de aire puede de manera ventajosa alimentarse por una abertura de aspiración, asociada a una red de álabes, y dispuesta y orientada de modo que capte, en vuelo sustancialmente horizontal, un flujo de aire incidente, que la red de álabes desvía y dicho generador aspira, de preferencia en al menos un ventilador radial y a continuación se sopla transversalmente sobre las superficies de sustentación longitudinales, después de su paso por

un circuito dispuesto dentro de la estructura de soporte y dicho generador, y cuyas características aerodinámicas permiten conservar una gran parte de la entalpía inicial del flujo de aire incidente, estando de preferencia los álabes de dicha red perfilados y dispuestos de forma que generan una elevación complementaria a la producida por dichas superficies de sustentación.

5 De manera ventajosa, el generador de flujo de aire comprende al menos dos ventiladores, cuyos sentidos de rotación son opuestos de modo que anulan el par giroscópico global de los ventiladores.

10 De manera ventajosa, además, el o los propios ventiladores consta(n) de una masa inercial o bien de un volante de inercia montada/o en el mismo eje que el ventilador correspondiente, y cerca de este, y accionada/o en rotación sincrónica o contrarrotativa.

15 Al menos un ventilador puede de manera ventajosa ser un ventilador radial con palas inclinadas hacia atrás con respecto al sentido de rotación del ventilador.

Pero también se puede utilizar uno o varios ventiladores axiales, así como asociar al menos un ventilador axial a al menos un ventilador radial en un dispositivo con al menos dos ventiladores.

20 Además, el o los ventilador(es) radial(es) consta(n) de manera ventajosa de unas palas que pueden girar cada una alrededor de un eje sustancialmente paralelo al eje de rotación del ventilador correspondiente, y cuya orientación alrededor del eje de giro está controlada, estando dichas palas de ventilador asociadas a un difusor fijo que consta de unos álabes, cada uno de los cuales también gira alrededor de un eje de giro paralelo al de dichas palas de ventilador, y cuya orientación también está controlada alrededor de dicho eje de giro de forma que se adapten las incidencias de las palas de ventilador y álabes de difusor a la potencia requerida, y en particular que se reduzca casi a 0 la potencia consumida por un ventilador, mediante el giro de dichas palas y dichos álabes de modo que se cierren los pasos entre estas y entre estos, para conservar una energía de emergencia, en caso de avería, o poner en espera un ventilador durante una fase de vuelo.

30 De manera ventajosa, el flujo de aire generado por el o los ventiladores para soplar las superficies de sustentación longitudinales se mueve con una velocidad comprendida entre aproximadamente 15 m/s y 100 m/s, y de preferencia entre aproximadamente 20 m/s y 70 m/s.

35 Para frenar la caída del dispositivo, y por lo tanto del aerodino con el que está equipado, en caso de avería del motor, de manera ventajosa, la pared inferior que delimita unos canales de alimentación con flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación dentro de la estructura de soporte consta de unas trampillas articuladas que se abren bajo la presión de un viento relativo vertical ascendente para captar una parte de dicho viento relativo y convertirla en una circulación de aire que sopla las superficies de sustentación para desarrollar una elevación que limita la velocidad de descenso del dispositivo y del aerodino.

40 En una variante, el dispositivo puede constar además de al menos un ventilador axial con un eje paralelo o coincidente con el eje de alabeo y montado en la parte delantera de la estructura de soporte, y cuyo flujo de aire axial de salida se capta en parte en la entrada axial de unos canales realizados en la estructura de soporte y curvados lateralmente de modo que desemboquen lateralmente mediante unos orificios de soplado de las superficies de sustentación longitudinales, garantizando la parte del flujo de aire axial de salida del o de los ventiladores axiales no captada por los canales la propulsión.

Por último, en una distribución y una disposición favorable de cada superficie de sustentación longitudinal con respecto a la estructura de soporte enfrentada, cada una de las superficies de sustentación longitudinales está realizada y dispuesta con respecto a la estructura de soporte de modo que verifica la siguiente doble condición:

50 
$$0 \leq \frac{z_0}{a/l} \leq 0,5$$
 y  $0 \leq d \leq 10a/l$ , donde  $a/l$  es la altura del flujo de aire de soplado de una superficie de sustentación y desviado hacia la parte superior con un cierto ángulo, midiéndose  $a/l$  de forma perpendicular a la dirección del flujo desviado,  $d$  es la distancia entre el borde de ataque de la superficie de sustentación y la sección de salida de dicho flujo de aire de la estructura de soporte, midiéndose esta distancia en paralelo al flujo desviado, y  $z_0$  es la altitud del punto extremo del borde de ataque de la superficie de sustentación en el flujo de aire desviado de altura  $a/l$ .

55 De manera ventajosa, con el fin de garantizar un buen equilibrio entre, por una parte, la necesaria limitación de longitud, en el eje de alabeo, de las dos superficies de sustentación longitudinales y de la estructura de soporte, y, por otra parte, la optimización de las pérdidas de carga en los canales laterales de alimentación con flujo de aire de los orificios laterales de soplado de las superficies de sustentación, la longitud de cada superficie de sustentación

60 longitudinal es sustancialmente igual, aproximadamente en + o - un 20 %, a  $\frac{n}{2}$  veces a circunferencia de un ventilador, siendo  $n$  el número de ventiladores, con sustancialmente el mismo diámetro, del dispositivo, en particular en el caso en el que el dispositivo comprende uno o varios ventiladores.

La invención también tiene por objeto un aerodino con despegue y aterrizaje vertical o corto, que comprende una estructura de soporte que soporta un dispositivo de sustentación y propulsión caracterizado por que dicho dispositivo es tal como se ha presentado con anterioridad, y está soportado en la parte superior de dicha estructura de soporte, la cual se realiza, en la parte inferior, en forma de barquilla alojando en particular una motorización y dispuesta entre las dos superficies sustentadoras longitudinales de dicho dispositivo.

La ventaja de esta posición de la barquilla, que lleva la motorización y la carga útil (pasajeros y/o mercancías) bajo el dispositivo de sustentación y propulsión y entre las dos superficies de sustentación longitudinales de este dispositivo, es que facilita la estabilización del aerodino mediante el alejamiento de las zonas de control del flujo de aire con respecto al centro de gravedad, lo que ofrece una estabilización superior a la de una estructura que estuviera sostenida por unos ventiladores axiales, y que es siempre el punto débil de los aerodinos con despegue y aterrizaje corto distintos de los helicópteros.

### 15 Descripción de las figuras

Se entenderá mejor la invención y se mostrarán de manera más clara otras características y ventajas de la invención, con la lectura de la descripción, dada a continuación a título no limitativo, de unos ejemplos de realización descritos en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una figura esquemática que recuerda las características principales de un ala única muy curvada, por lo tanto con un perfil aerodinámico hipersustentador, y unas fuerzas aerodinámicas que se ejercen sobre el ala cuando se sopla este ala con un viento relativo  $\vec{V}$ ;
- las figuras 1a y 1b representan de manera esquemática un perfil hipersustentador y la fuerza de arrastre  $\vec{F}_d$  que genera según si está sometido a un viento relativo  $\vec{V}$  denominado de cara (perpendicular a las generatrices longitudinales que definen el perfil aerodinámico) o de perfil respectivamente;
- la figura 2 es una vista en sección similar a la figura 1 de un ejemplo de una superficie de sustentación hipersustentadora con varios elementos, cuatro en este ejemplo;
- la figura 3 es una vista esquemática, en parte en alzado lateral, a la altura de la estructura de soporte y del fuselaje del aerodino, y en parte en sección transversal, a la altura de las superficies de sustentación longitudinales, de un ejemplo de realización del aerodino de acuerdo con la invención;
- la figura 3a es una vista esquemática en sección transversal de los elementos esenciales del dispositivo de sustentación de un aerodino como el de la figura 3;
- la figura 3b es una vista en planta de un aerodino como el de la figura 3, equipado con el dispositivo de sustentación de acuerdo con la figura 3a;
- la figura 4 es una vista en sección transversal similar a la figura 3a de otro ejemplo de dispositivo de sustentación de acuerdo con la invención, con un ventilador radial;
- la figura 4a es una vista detallada a mayor escala de una parte de la figura 4, que representa las uniones de la superficie de sustentación de la izquierda de la figura 4 en la estructura de soporte;
- la figura 5 es una vista en planta de un ejemplo de aerodino equipado con el dispositivo de las figuras 4 y 4a, y que representa la circulación de flujos de aire generados por el ventilador radial del dispositivo de sustentación;
- la figura 6 es una vista en sección transversal parcial de otro ejemplo de dispositivo de sustentación con un ventilador centrífugo y unos medios de control adaptados al dispositivo de sustentación y al aerodino de acuerdo con la invención;
- las figuras 6a, 6b y 6c son unas vistas parciales en planta de unas palas de ventilador y de unos álabes de un distribuidor asociado al ventilador, siendo las palas y álabes orientables;
- la figura 7 es una vista en sección transversal parcial y similar a la de la figura 6 para otro ejemplo más de un dispositivo de sustentación, con un ventilador centrífugo y unos medios adaptados de aspiración del flujo de entrada de aire dentro del ventilador, con recuperación de elevación;
- la figura 7a es una vista a mayor escala de un detalle de la figura 7;
- las figuras 8a y 8b son unas vistas esquemáticas en planta de la salida de un flujo de aire sobre una superficie de sustentación longitudinal respectivamente en una configuración de despegue vertical, en la figura 8a, y en una

configuración de vuelo de crucero con una velocidad de avance  $\vec{V}_{cr}$ , en la figura 8b;

- 5 - la figura 9 es una vista esquemática en planta, similar a la de la figura 5, de un dispositivo de sustentación/propulsión y de un aerodino de acuerdo con la invención con dos ventiladores contrarrotativos;
- la figura 10 es una vista en sección transversal parcial, similar a la de la figura 4a, de un ventilador de una superficie de sustentación longitudinal con dos elementos con un flujo de aire ligeramente orientado hacia arriba, para optimizar la fuerza de elevación sobre esta superficie de sustentación;
- 10 - la figura 11 es una vista en sección transversal parcial, similar a la de la figura 10 del dispositivo de sustentación/propulsión previsto para una situación de avería del o de los motor(es) de accionamiento del o de los ventilador(es) y en descenso rápido del aerodino, con apertura de una trampilla de recuperación y circulación del viento relativo vertical  $\vec{V}_z$  generado sobre la superficie de sustentación por la caída del aerodino;
- 15 - las figuras 12a y 12b son unas vistas esquemáticas respectivamente en planta y en alzado lateral de la parte delantera de otro ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención, equipado con dos ventiladores axiales montados en la parte delantera de la estructura de soporte, para garantizar la sustentación y la propulsión; y
- 20 - la figura 13 es una vista esquemática en sección transversal de una distribución y de una disposición aerodinámicamente muy ventajosa de una superficie de sustentación longitudinal enfrentada al borde correspondiente de la estructura de soporte.

### Descripción detallada de la invención

25 En toda la siguiente descripción, se utilizan las mismas referencias numéricas o alfanuméricas para designar elementos idénticos o similares en los diferentes ejemplos de realización representados en las figuras, y, salvo en la parte de la descripción en referencia la figura 3, el dispositivo descrito es únicamente el dispositivo del aerodino que garantiza la sustentación y la propulsión. No se describe de manera detallada, en concreto ni la motorización, ni la transmisión de potencia de la motorización al o a los ventiladores, ni la barquilla que lleva a los pasajeros y/o una carga, realizándose estos elementos, de preferencia, bajo el dispositivo de sustentación/propulsión de la invención, como se describe en referencia a la figura 3.

35 En todas las figuras, el eje X es el eje de alabeo, orientado hacia la parte delantera del aerodino, por lo tanto en el sentido de desplazamiento del aerodino en vuelo horizontal, y, de manera más general, fuera de las fases de despegue y de aterrizaje vertical, extendiéndose el eje X en la dirección longitudinal del aerodino, mientras que el eje Y es el eje de cabeceo, que es transversal con respecto al eje longitudinal y perpendicular a este último, siendo este a su vez por lo general horizontal en configuración de vuelo estabilizado del aerodino, y el eje Z es el eje de guiñada, perpendicular al plano definido por los ejes X e Y, y por lo tanto normalmente vertical, e configuración de vuelo estabilizado del aerodino.

40 La figura 1 representa un ala 1 sometida a un flujo de aire de velocidad  $\vec{V}$  orientado según la flecha correspondiente en la figura 1, y los parámetros importantes para la implementación de la invención son el perfil aerodinámico del ala 1, la incidencia  $\alpha_1$  del ala 1 con respecto a la dirección del viento relativo  $\vec{V}$ , la cuerda  $c$  del ala 1, que es su fibra neutra (fibra media) que va de su borde de ataque (el punto más delantero de la sección transversal correspondiente de dicho perfil) a su borde de salida (el punto más atrás de esta misma sección transversal) del ala 1, de modo que la cuerda  $c$  representa la distancia entre estos dos puntos más extremos del perfil del ala, el "hueco" o la flecha  $f$  del

45 
$$\frac{f}{c}$$
 ala 1, y la curvatura del ala 1, que es la relación  $\frac{f}{c}$ , y  $c$  que se expresa en porcentaje de la cuerda  $c$ . De esto se derivan unas fuerzas aerodinámicas, que se ejercen sobre el ala 1, y cuya resultante, en el centro de empuje del ala 1, se representa con  $\vec{F}$  y viene dada por la siguiente fórmula:  $\vec{F} = \frac{1}{2} \rho \vec{V}^2 \vec{x} S$ , donde  $\rho$  es la masa específica del aire, esto es, 1,225 kg/m<sup>3</sup> en una atmósfera estándar a 20 °C,  $\vec{V}$  es, como ya se ha dicho, la velocidad del viento relativo al cual está sometida el ala 1, y  $S$  es la superficie del ala, esto es el producto  $L \times c$  en el caso de un ala de cuerda constante  $c$  de longitud  $L$ . Esta resultante  $\vec{F}$  de las fuerzas aerodinámicas que se ejerce sobre el ala 1 se descompone en una fuerza de elevación  $\vec{F}_I = \vec{F} \times KI$ , donde  $KI$  es un coeficiente de elevación específico del ala 1, y que depende de los parámetros geométricos que definen este ala 1, y en una fuerza de arrastre  $\vec{F}_d$ , tal que

50  $\vec{F}_d = \vec{F} \times Kd$  donde  $Kd$  es un coeficiente de arrastre, también específico del ala 1, y que depende de la geometría de su perfil.

55 
$$\frac{f}{c}$$
 Se sabe que la curvatura  $\frac{f}{c}$  de un ala así como la incidencia  $\alpha_1$  con respecto al viento relativo  $\vec{V}$  se pueden aumentar dentro de ciertos límites para aumentar de manera muy significativa el valor del coeficiente de elevación

**Kl**. De este modo, se puede crear un perfil denominado hipersustentador, cuyo inconveniente es que también presenta un coeficiente de arrastre **Kd** aumentado. Ahora bien, dicho aumento del coeficiente **Kd** es incompatible con el vuelo de crucero de un aerodino, para el cual la motorización y el consumo de carburante son entonces excesivos.

5 El ala 1 representada de manera esquemática en la figura 1 es un ala muy curvada  $(\frac{f}{c} > 5\%)$ , que es del tipo hipersustentador, es decir presenta un coeficiente de elevación **Kl** > 1 para una incidencia  $\alpha 1 > 10^\circ$ . Las figuras 1a y

10 1b representan de manera esquemática este perfil hipersustentador y la fuerza de arrastre  $\vec{F}d$  según si este perfil está sometido a un viento relativo  $\vec{V}$  orientado "de cara" (en el plano del perfil aerodinámico del ala 1) o de perfil (longitudinalmente, según la envergadura del ala 1), y estas dos figuras 1a y 1b muestran que una superficie de sustentación con gran elevación, orientada transversalmente al viento  $\vec{V}$ , ejerce una fuerza de arrastre  $\vec{F}d$  muy superior, en un factor muy importante (superior a 10) a la fuerza de arrastre  $\vec{F}d$  de la misma superficie de sustentación sometida al mismo viento  $\vec{V}$  pero longitudinalmente, en paralelo a la longitud del ala 1, de acuerdo con la figura 1b.

15 La figura 2 representa un ejemplo de superficie de sustentación hipersustentadora 1, que es una distribución de cuatro elementos de superficie de sustentación 1a a 1d en sucesión desde el borde de ataque hasta el borde de salida de la superficie de sustentación 1, y algunos de cuyos elementos de superficie de sustentación tienen una fuerte curvatura, una fuerte incidencia con respecto al flujo de aire del viento relativo  $\vec{V}$ , unas ranuras 1e, 1f, 1g de circulación de aire que separan dos elementos de superficie de sustentación contiguos, para limitar los fenómenos de separación del aire sobre el extradós de la superficie de sustentación 1, que está en depresión, mediante la extracción de aire sobre el intradós de la superficie de sustentación 1, que está en sobrepresión.

20 De este modo, la superficie de sustentación 1 de la figura 2 consta de un primer elemento de superficie de sustentación 1a, realizado en pico de borde de ataque separado por una ranura 1e de un segundo elemento de superficie de sustentación 1b, que es un ala con un perfil bastante estándar, con una ligera curvatura (un 4 % por ejemplo), y un ángulo de incidencia con respecto al flujo de aire  $\vec{V}$  limitado a  $9^\circ$ , para evitar los riesgos de separación. Este segundo elemento de superficie de sustentación 1b está seguido por un tercer elemento de superficie de sustentación 1c, del cual está separado por una ranura 1f, y que es un ala sustancialmente más curvada (entre un 15 % y un 25 %), estando a su vez este tercer elemento de superficie de sustentación 1d seguido por el cuarto elemento de superficie de sustentación 1d, en forma de un ala de borde de salida con pequeñas curvatura y cuerda pero gran incidencia, cuyo tercer elemento de superficie de sustentación 1c está separado por una ranura 1g. La incidencia media  $\alpha 1$  de la superficie de sustentación es, de preferencia, superior a  $20^\circ$ . De este modo se obtiene una superficie de sustentación 1 muy eficaz en lo que se refiere a la elevación, y también muy robusta en lo que se refiere a la evolución de elevación, cuando el aerodino está en movimiento, como se precisa a continuación.

25 La figura 3 representa de manera esquemática un ejemplo de aerodino de acuerdo con la invención, que comprende una estructura de soporte 3 que soporta, en la parte superior, un dispositivo de sustentación y propulsión, y realizada, en la parte inferior, en forma de barquilla 31. El dispositivo de sustentación y de propulsión consta esencialmente de un generador de flujo de aire 2, y de dos superficies de sustentación 1, dispuestas a ambos lados de la estructura 3, unidas, de manera no representada en la figura 3 pero visible en las figuras 4a, 5 y 9 como se describe a continuación, con la estructura de soporte 3, y cada una soplada lateralmente por un flujo de aire de salida del generador 2, alimentado con aire ambiente por al menos una abertura de entrada o de aspiración de aire 2a realizada en la parte superior de la estructura 3. Las superficies de sustentación 1 tienen unos perfiles aerodinámicos y unas superficies de soporte definidos/as por unas generatrices sustancialmente rectilíneas, y que se extienden sustancialmente en la dirección longitudinal del aerodino, por lo tanto desde su estructura de soporte 3, es decir sustancialmente en el eje de alabeo X, disponiéndolas de forma simétrica con respecto al plano definido por los ejes de alabeo X y de guiñada Z, lateralmente a ambos lados de la estructura de soporte 3. Del mismo modo, las dos superficies de sustentación 1, en este ejemplo formadas cada una por un ala hipersustentadora de una sola pieza no retráctil y con un espesor e que puede ser relativamente bajo, se soplan simétricamente con respecto a dicho plano de los ejes de alabeo X y de guiñada Z con el flujo de salida del generador 2.

30 De este modo, las dos superficies de sustentación 1 desarrollan unas fuerzas de arrastre  $\vec{F}d$  con la misma amplitud pero en sentidos opuestos, por lo tanto que se anulan, y unas fuerzas de elevación  $\vec{F}l$  que se suman para garantizar la sustentación del aerodino.

35 El generador de flujo de aire 2 se realiza con la forma de un compresor de aire constituido, por ejemplo, por al menos un ventilador centrífugo o axial, que puede ser con hélice carenada o con rotor carenado de varias palas, integrado en la estructura de soporte 3, y accionado en rotación mediante una transmisión de potencia (no representada) a partir de un motor 21, montado dentro de la barquilla 31, por ejemplo un motor de combustión

interna alimentado con carburante desde un depósito (no representado) también montado dentro de la barquilla 31, que aloja además una cabina de mando, para un control con mando a distancia y/o pilotado del aerodino, así como una cabina y/o una bodega para el transporte respectivamente de pasajeros y/o de una carga.

- 5 Hay que señalar que dicho aerodino está de manera ventajosa y principalmente destinado a desplazar verticalmente y transportar sustancialmente en horizontal cargas pesadas, de preferencia en unas condiciones meteorológicas favorables, con poco viento, condiciones en las que este aerodino compite principalmente con los medios de elevación de los "más ligeros que el aire", como los globos dirigibles.
- 10 Para completar la descripción del aerodino de la figura 3, este último también está equipado con un estabilizador vertical 8, que sobresale por encima de la estructura de soporte 3 y fijado (de manera no representada) en la parte trasera de esta última, y cuya parte giratoria alrededor de un eje paralelo al eje de guiñada Z es orientable para desempeñar la función de timón de dirección.
- 15 Las figuras 3a y 3b representan de manera esquemática, respectivamente en sección transversal y en planta, la estructura general de un dispositivo de sustentación/propulsión de acuerdo con la invención, con un generador de flujo de aire 2 en forma de un compresor axial-centrifugo, que aspira el aire a una velocidad  $\vec{V}_0$  mediante una abertura de aspiración 2a y que reparte este flujo de aire acelerado en unos canales de guiado de la estructura de soporte 3 del conjunto. Estos canales guían este flujo de aire mayoritariamente sobre las dos superficies 1 de sustentación, rectilíneas y dispuestas longitudinalmente, sustancialmente en paralelo al eje de alabeo X, que corresponde a la dirección de desplazamiento del aerodino en vuelo de crucero, siendo estas superficies de sustentación 1 simétricas a ambos lados de la estructura de soporte 3 con respecto al plano de los ejes de alabeo X y de guiñada Z, y siendo, de preferencia, pero no de manera exclusiva, unas superficies de sustentación hipersustentadoras. Los flujos de aire de soplado de las superficies de sustentación longitudinales 1 salen, en sentidos opuestos, por unos orificios laterales de altura  $al_1$  a una velocidad  $V_1$ , próxima a la velocidad del aire en la salida del ventilador 2, y los orificios están distribuidos sobre el contorno de la estructura de soporte 3 de modo que una mayoría de estos, que representan más de un 50 % de la longitud de los orificios, están distribuidos en los dos lados longitudinales, con una longitud  $L_1$  (véase la figura 3b) de la estructura de soporte 3, siendo de preferencia los orificios laterales, visibles en la figura 3a, también simétricos con respecto al plano de los ejes de alabeo X y de guiñada Z en los lados grandes opuestos de la estructura de soporte 3, cuya longitud  $L_1$  en el eje de alabeo X es al menos dos veces superior a la anchura  $l_1$  (véase la figura 3b), lo que permite optimizar este diseño del aerodino, mediante la elección de una arquitectura que maximice la longitud de los orificios laterales específicos para el soplado de las dos superficies de sustentación longitudinales 1, cuya forma y cuya disposición sustancialmente rectilínea paralela al eje de alabeo X, o eje longitudinal de la estructura 3, permite, por una parte, tener una gran elevación, y, por otra parte, tener un brazo de palanca más grande para los orificios laterales que sirven para equilibrar la actitud del aerodino, como se describe de manera más precisa a continuación. Una ventaja esencial de la configuración propuesta por la invención es que, además de la ausencia de fuerza de arrastre significativa sobre las superficies de sustentación 1 en movimiento con la estructura de soporte 3 del aerodino, la transición entre el vuelo vertical, con una componente principal en el eje de guiñada Z, y el vuelo horizontal, con una componente principal en el eje de alabeo X, se hace de manera muy natural, puesto que se conserva la misma configuración en las dos situaciones, como también se explica en detalle a continuación, en referencia a las figuras 8a y 8b.

En las figuras 3a y 3b, como en la figura 3 anteriormente descrita, las sujeciones de las dos superficies de sustentación longitudinales 1 a la estructura de soporte 3 no están representadas, y el borde trasero, ligeramente convexo hacia atrás, de la estructura de soporte 3 está equipado con dos estabilizadores 8 verticales, paralelos y orientables, al menos en parte, alrededor de un eje paralelo al eje de guiñada Z, para estabilizar el aerodino en vuelo hacia delante y desempeñar la función de timón de dirección. Se constata también que cada una de las superficies de sustentación longitudinales 1 se extiende sustancialmente en toda la longitud del lado grande correspondiente de la estructura 3.

En la figura 4 se representa una variante de realización del dispositivo de sustentación y propulsión en sección transversal, a la altura de un ventilador centrífugo radial 2 centrado en el eje de alabeo X y que constituye el generador de flujo de aire, y en la figura 4a se representa una sección transversal parcial de este dispositivo a la altura de una sujeción de una de las dos superficies de sustentación longitudinales 1 al borde lateral correspondiente de la estructura de soporte 3.

Para realizar el generador de flujo de aire, la utilización de un ventilador radial con rotor de varias palas que consta de unas palas 2b inclinadas hacia atrás (con respecto al sentido de rotación del rotor) es la forma de realización preferente, en caso de ventilador único, y al menos para realizar el ventilador delantero, en caso de múltiples ventiladores que constituyen el generador de flujo de aire y repartidos a lo largo de la estructura de soporte 3. Dicho ventilador radial presenta, en efecto, la ventaja de integrarse de manera muy ventajosa en la estructura de soporte 3, con un buen equilibrio en lo que se refiere al rendimiento y al caudal. En la figura 4, el aire aspirado por una abertura de entrada 2a con un perfil adaptado en forma de voluta, se acelera al pasar entre las palas 2b del rotor del ventilador 2, cuyo cubo 2c se acciona en rotación mediante un árbol rotor 2d. Este aire acelerado se conduce a continuación dentro de unos canales 3c de la estructura de soporte 3, que están delimitados entre una pared

superior 3a y una pared inferior 3b de esta estructura de soporte 3. El flujo de aire en la salida del ventilador 2 desemboca a continuación mayoritariamente en los dos lados grandes opuestos de esta estructura 3, a través de los orificios laterales rectangulares con una altura constante  $al_1$  y formados por dos rejillas de álabes 4 y 5, constituidas por álabes aerodinámicamente perfilados y articulados, y dirigidos en función de las configuraciones de vuelo, para, según las necesidades, orientar localmente el flujo de aire que atraviesa estas rejillas de álabes 4 y 5 hacia arriba o hacia abajo, en lo que se refiere a los álabes 5, y/o hacia delante o hacia atrás del aerodino (con respecto a su eje de alabeo X) para los álabes 4 situados aguas arriba de los álabes 5. De este modo los flujos de aire en sentidos opuestos que salen lateralmente en los dos lados grandes de la estructura de soporte 3 se soplan cada uno sobre una respectivamente de las dos superficies de sustentación longitudinales 1, que están cada una sujeta a la estructura de soporte 3 mediante unos montantes 6, representados en la figura 4a, y repartidos a lo largo de cada lado grande correspondiente. Estos montantes 6, cuya particularidad es ofrecer un perfil aerodinámico en el sentido del eje de alabeo X, representado en sección en el detalle rodeado por un círculo de la figura 4a, comprenden un brazo lateral inferior 6a que une el borde de salida de una superficie de sustentación 1 correspondiente al borde lateral de la pared inferior 3b de la estructura 3, un brazo lateral superior 6b que une el extradós del borde de ataque de esta superficie de sustentación 1 con el borde lateral de la pared superior 3a de la estructura 3, en la vertical del brazo inferior 6a correspondiente y de su conexión con la pared inferior 3b, así como un tirante de fijación 6c que tensa la unión conectando el intradós del borde de ataque de esta superficie de sustentación 1 con el brazo lateral inferior 6a, cerca de su conexión con la pared inferior 3b.

Por supuesto, son posibles otras distribuciones de montantes y brazos de conexión de las superficies de sustentación 1 con la estructura de soporte 3, pero la propuesta en la figura 4a ofrece una buena rigidez, siendo al mismo tiempo una estructura simple, ligera y económica.

La figura 5 es una vista de conjunto desde arriba del dispositivo de la invención de acuerdo con las figuras 4 y 4a, y en la que, a ambos lados de la estructura de soporte 3, las dos superficies de sustentación 1 están dispuestas longitudinalmente, sustancialmente paralelas al eje de alabeo X, estando estas superficies de sustentación 1 montadas de forma simétrica con respecto al plano de los ejes de alabeo (X) y guiñada (Z) estando unidas a los lados grandes de la estructura 3 mediante unos montantes 6 separados en el eje de alabeo X, que es el eje de desplazamiento del aerodino en vuelo de crucero. Las generatrices que forman las superficies portantes de las superficies de sustentación longitudinales 1 son sustancialmente rectilíneas, y se extienden sustancialmente en paralelo al eje de alabeo X, que es el eje longitudinal medio o central del dispositivo y, eventualmente, también del aerodino. Estas generatrices también pueden de manera ventajosa presentar una muy ligera conicidad, con la punta del cono dirigida hacia la parte delantera del dispositivo (hacia la izquierda en la figura 5), de modo que cada una de las dos superficies de sustentación 1 presenta, en planta, la forma de un trapecio rectángulo cuyas dos bases se extienden en el eje de cabeceo Y, estando la base pequeña girada hacia delante, y son muy inferiores a la altura del trapecio rectángulo que se extiende en el eje de alabeo X a lo largo de prácticamente todo el lado grande correspondiente de la estructura 3, y de forma que el viento relativo que incide sobre las superficies de sustentación 1, cuando el aerodino está en vuelo de crucero sustancialmente horizontal en el eje de alabeo X, se dirige sobre el extradós de las superficies de sustentación 1, con el efecto de llevar las corrientes de aire hacia la superficie de sustentación 1, evitando su separación. Las generatrices  $x1x1$  y  $x2x2$ , respectivamente a la altura del borde de ataque y del borde de salida de cada una de las superficies de sustentación laterales sopladas 1, muestran dicha distribución de conicidad, sobre la superficie de sustentación 1 inferior en la figura 5, con una exageración del ángulo de inclinación de la generatriz  $x2x2$  de borde de salida sobre la generatriz  $x1x1$  de borde de ataque, en aras de la claridad, siendo este ángulo inferior o igual a  $5^\circ$ .

De manera ventajosa, además, cada superficie de sustentación 1 se puede montar en una bancada lateral unida a la estructura de soporte 3 con una movilidad limitada en giro alrededor del eje de cabeceo Y o de un eje paralelo a este último, como se describe a continuación en referencia a la figura 10, de modo que el conjunto de la superficie de sustentación 1 puede girar ligeramente alrededor del eje de cabeceo Y con un ángulo inferior a  $\pm 10^\circ$ , para adaptar la incidencia de la superficie de sustentación 1 a unas condiciones de vuelo particulares.

En el dispositivo de la figura 5, como ya se ha descrito en referencia a la figura 4, se aspira el aire mediante la abertura 2a realizada en la parte superior de la estructura de soporte 3, y a continuación se acelera mediante el ventilador 2, de tipo radial y, por último, a través de los canales 3c delimitados por unos tabiques 3d (entre la pared superior 3a y la pared inferior 3b de las figuras 4 y 4a) de la estructura de soporte 3, se dirige a la periferia de la estructura 3 y en diferentes puntos, que van desde la parte delantera hacia la parte trasera del aerodino. La sección de los canales 3c es de manera ventajosa convergente, es decir que la sección individual de un sector de orificios de salida del flujo de aire hacia el exterior de la estructura 3, y en concreto hacia las superficies de sustentación 1, es de manera ventajosa ligeramente más pequeña (en un pequeño porcentaje) que la sección de salida del ventilador 2 del que el canal 3c correspondiente ha salido. De este modo los orificios de salida del flujo de aire están distribuidos alrededor de toda la estructura de soporte 3, de la siguiente forma:

- unos orificios 32 denominados libres, ya que no tienen ninguna porción de superficie de sustentación longitudinal 1 enfrentada, y que desembocan por lo tanto lateralmente de la estructura 3 más allá de los extremos delantero y trasero (en el eje de alabeo X) de cada una de las dos superficies de sustentación 1, para estabilizar el aerodino, en concreto en rotación alrededor del eje de guiñada Z;

- unos orificios 33, adyacentes a los orificios 32, y por lo tanto enfrentados a una porción de extremo longitudinal de superficie de sustentación 1, y que sirven también para estabilizar el aerodino, pero en rotación alrededor de los ejes de alabeo X y/o de cabeceo Y;
- unos orificios 34, entre los orificios 33 en cada lado grande de la estructura 3, por lo tanto enfrentados a la mayor parte de las superficies de sustentación 1, y que tienen como función garantizar lo esencial de la sustentación; y
- uso orificios 35, que desembocan en la parte trasera de la estructura 3, y que sirven para enviar un empuje propulsor al aerodino en vuelo de crucero, y como apoyo a la sustentación en una fase de ascenso o descenso (vertical) del aerodino, dirigiendo al menos una parte del flujo de aire que sale de estos orificios 35 hacia abajo, por ejemplo utilizando unos flaps hipersustentadores 9, montados giratorios alrededor de unos ejes transversales en un plano paralelo a los ejes de alabeo X y de cabeceo Y, y que pueden ser paralelos al eje Y, y orientables mediante unos actuadores alrededor de estos ejes para no solo poder ayudar al despegue, sino también poder utilizarse en alerones, para cumplir con la función de alerones clásicos, cuando gira el aerodino, y de forma que estas superficies de control 9 también se puedan utilizar, en combinación con el o los estabilizadores verticales 8, para estabilizar el aerodino y dirigirlo en vuelo, operando como unos timones de profundidad.

Los orificios 33 y 34 de soplado de las superficies de soplado 1 representan más del 50 % de la longitud total de los orificios en el contorno de la estructura de soporte 3.

El o los estabilizador(es) vertical(es) 8 puede o pueden también utilizarse en vuelo estacionario para luchar contra el par giroscópico del motor, en el caso de un generador de flujo de aire constituido por un único ventilador, produciendo unos momentos que se añaden a los generados mediante los orificios "libres" 32 del dispositivo. Justo antes de la salida por los orificios, el flujo de aire se puede orientar hacia la parte delantera o trasera del aerodino, y/o hacia la parte superior o inferior de la estructura 3 mediante dos sistemas de rejillas con álabes como las rejillas 4 y 5 de las figuras 4 y 4a; estas rejillas están sectorizadas y, como mínimo, cada sector de rejilla corresponde a una categoría respectiva de los orificios identificados con anterioridad. Las rejillas de estos sectores están motorizadas mediante unos actuadores individuales, de forma que se puedan dirigir de forma independiente unas de otras, y obtener los efectos deseados sobre el comportamiento del aerodino. Además, aguas arriba de estas rejillas de álabes como las 4 y 5, algunos de los canales 3c de alimentación con flujo de aire pueden constar de unas compuertas (no representadas), por ejemplo del tipo válvula de mariposa, de forma que se puede interrumpir o, al menos, modular la alimentación con aire de un sector particular de la periferia de la superficie de soporte 3, y redistribuir la alimentación con aire en otros sectores.

Además, si fuera necesario, el aerodino también puede constar de unos medios de propulsión distintos de los orificios traseros 35, como, por ejemplo, una hélice propulsora.

La figura 6 representa, en sección transversal parcial, otra variante de dispositivo de sustentación cuyo ventilador centrífugo está bien adaptado al dispositivo.

De forma general, la generación del flujo de aire se puede hacer a partir de unos ventiladores axiales o centrífugos (radiales), o a partir de unas hélices contrarrotativas carenadas, para eliminar el par giroscópico.

En la variante de la figura 6, el generador de flujo de aire 2 es un ventilador centrífugo con palas 2b inclinadas hacia atrás, ya que, como se ha mencionado con anterioridad en referencia a la figura 4, dicho ventilador centrífugo está bien adaptado para generar elevación soplando las superficies de sustentación laterales 1, de acuerdo con la invención. Pero, además, para adaptar de manera ventajosa este ventilador 2 a su uso en el marco de la invención, este ventilador 2 presenta las siguientes especificidades:

- una placa accionada 2e, accionada en rotación por el árbol motor 2d, y que acciona con ella un conjunto de palas propulsoras 2b sobre la placa 2e y arriastradas por una corona superior 2f;
- unos álabes 2g, fijos en rotación, de un difusor de estator anular montado inmediatamente aguas arriba (con respecto al sentido de circulación del aire) de las palas rotativas 2b;
- una rejilla de álabes rectificadores 2h en la salida del ventilador 2; y
- de manera ventajosa, además, un volante de inercia 2i, montado alrededor del árbol motor 2d bajo la placa 2e, y accionado en rotación por el árbol 2d por medio de una caja de cambios 2j.

El diámetro eterno  $D_1$  de la placa 2e, muy superior al diámetro  $D_0$  de la entrada de aire, es al menos igual al 50 % de la anchura ( $I_1$  en la figura 3b) de la estructura de soporte 3, para utilizar lo mejor posible el espacio disponible, y generar un flujo de aire de gran caudal y baja velocidad. Para ello, la velocidad  $\vec{V}_1$  de salida del flujo de aire del único ventilador 2 o, cuando están previstos varios ventiladores, de los ventiladores que alimentan los orificios 33 y

34 enfrentados a las superficies de sustentación 1, se selecciona relativamente baja, entre 25 m/s y 100 m/s. Las palas 2b del ventilador 2 están inclinadas hacia atrás con respecto al sentido de rotación del rotor de palas de este ventilador 2, y estas palas 2b pueden girar cada una alrededor de un eje Zi (véanse las figuras 6a y 6c) que es paralelo al eje de guiñada Z. El giro de las palas 2b está dirigido por unos actuadores, al igual que el giro de los álabes 2g del difusor situado aguas arriba del rotor de ventilador 2, y por lo tanto los álabes 2g también están cada uno articulado (véase la figura 6c) alrededor de un eje Zi paralelo al eje de guiñada Z (los actuadores no están representados en la figura 6 en aras de la claridad y la simplificación). Las figuras 6a y 6b representan respectiva y parcialmente el rotor de palas 2b del ventilador 2 y el difusor de estator con álabes 2g inmediatamente aguas arriba de este rotor.

De esta forma, el ventilador 2 se acciona con una velocidad de rotación fija, y el inicio de la rotación previa del flujo de aire mediante los álabes 2g del difusor, y a continuación la aceleración definitiva del flujo mediante las palas 2b del ventilador 2 se hacen estableciendo los ángulos de giro de los álabes 2g de difusor y de las palas 2b en unos valores apropiados predeterminados.

De este modo, se puede modular en cualquier momento la "carga" motriz, la potencia emitida y, por consiguiente, la fuerza sustentadora ejercida por las superficies de sustentación 1.

Otra ventaja de esta configuración es que en caso de avería, un fallo de motor por ejemplo, el ventilador 2 puede ponerse en modo de seguridad, cerrando a la vez los pasos entre los álabes 2g del difusor mediante el control adecuado de la inclinación de estos álabes 2g, y cerrando también los pasos entre las palas 2b del ventilador 2, mediante un control adecuado de la inclinación de estas palas. El caudal es por tanto nulo, y el ventilador 2 no absorbe ninguna potencia. Este último continúa girando, por efecto de la energía cinética almacenada en su rotor, y aumentada de manera ventajosa por la energía cinética del volante de inercia 2i accionado en rotación al mismo tiempo que el rotor del ventilador 2.

Aun en la configuración de un fallo de motor, que provoca una pérdida de elevación de las superficies de sustentación 1, y a continuación el cierre de los pasos entre los álabes 2g y entre las palas 2b, de modo que el aerodino pierde altura, las palas 2b y álabes 2g se pueden reactivar, es decir controlarlos en rotación para abrir de nuevo el paso de aire entre los álabes 2g y entre las palas 2b, cuando el aerodino está lo suficientemente cerca del suelo, a una altitud del orden de entre 20 y 50 m por ejemplo. La energía cinética almacenada tanto en el rotor de palas 2b del ventilador 2 como en el volante de inercia 2i se restituye entonces, para desarrollar un flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación 1, y por lo tanto desarrollar una elevación, que ralentiza de forma eficaz la caída del aerodino. Hay que señalar que el volante de inercia 2i se acciona de manera ventajosa en rotación en el sentido opuesto al del rotor del ventilador 2, de forma que anula, al menos parcialmente, el par de fricción en rotación alrededor del eje de alabeo X y ligado al par giroscópico, si fuera necesario.

Por otra parte, la velocidad periférica del ventilador 2 se selecciona de preferencia muy elevada, del orden de 200 m/s, por ejemplo. Por lo tanto, basta con integrar una masa adicional a la estructura periférica de la placa o rotor del ventilador 2 para generar una inercia consecuente (volante de inercia "integrado" en el rotor de ventilador). El volante de inercia 2, separado, por su parte, tiene dos funciones: una es incrementar aún más la inercia cinética almacenada, la otra -en el caso de un volante 2i contrarrotativo con respecto al ventilador 2- es reducir, e incluso anular el par de fricción en rotación alrededor del eje de alabeo X ligado al par giroscópico. En efecto, puede ser interesante conservar una parte de este par giroscópico para incrementar la estabilidad de vuelo en particular en alabeo.

La figura 7 representa un ventilador radial 2 del tipo anterior descrito en referencia a la figura 6 y una estructura de aspiración del aire que lo remata. Esta estructura de aspiración está inclinada de la parte superior hacia la parte inferior y de la parte trasera hacia la parte delantera de la estructura de soporte 3, para dirigirse en el sentido del desplazamiento del aerodino, y consta de una red de álabes 10 apoyada sobre el contorno de la abertura de aspiración 2a, realizada en la pared superior del cárter del ventilador 2. Esta red de álabes 10 ofrece la doble ventaja de orientar hacia abajo el flujo de aire horizontal del viento relativo que se deriva de la velocidad de avance del aerodino  $\vec{V}_{cr}$ , lo que es favorable para la aspiración del ventilador 2, y, al pasar este flujo de aire sobre los álabes directores (... , 10i, 10(i+1), ...) de esta red, de contribuir a la elevación del aerodino ejerciendo, como se representa en el detalle de la figura 7a, una suma de fuerzas verticales (... , fl(i), fl(i+1), ...) que, en total y en dicho ejemplo, pueden representar el equivalente al peso del motor de accionamiento del ventilador 2.

En efecto, cada álabe 10 de la red o de la rejilla de álabes sobre la abertura de aspiración 2a del flujo de aire está configurado como un perfil de ala con fuerte curvatura (superior al 5 %), de forma que genera una elevación mediante la circulación del flujo de aire alrededor de estos perfiles.

Las figuras 8a y 8b son especialmente importantes, ya que muestran, visto desde arriba, el funcionamiento de la transición entre el vuelo vertical y el vuelo horizontal. En estas figuras, el flujo de aire soplado hacia una superficie de sustentación longitudinal 1 con una velocidad  $\vec{V}_1$ , supera, a la altura de los orificios laterales como los 33 y 34 de la figura 5, la rejilla de álabes 4 (véase la figura 4) de orientación del flujo, que sirve para orientar el flujo de aire

hacia la parte delantera o hacia la parte trasera del aerodino, y a continuación circula transversalmente por encima y por debajo del perfil de las superficies de sustentación 1, orientadas sustancialmente en paralelo al eje de alabeo X. La figura 8a muestra la situación en la fase de despegue o de aterrizaje vertical. En este caso, la velocidad de crucero  $\vec{V}_{cr}$  es nula, los álabes 4 son paralelos al eje de cabeceo Y, y la velocidad  $\vec{V}1$  de salida del aire es perpendicular a la superficie de sustentación 1 y al eje de alabeo X. La figura 8b muestra la misma situación en vuelo horizontal del aerodino a la velocidad no nula  $\vec{V}_{cr}$ , y conservando toda la potencia motriz. Los álabes 4 están inclinados hacia la parte trasera del aerodino con un ángulo  $\beta 1$ . La velocidad  $\vec{V}2$  del flujo de aire a la cual la superficie de sustentación 1 se ve sometida es por tanto la resultante de una suma de dos vectores:

1. uno paralelo al eje de desplazamiento o eje de alabeo X, es igual a  $-\vec{V}_{cr}$ ,
2. el otro, orientado transversalmente en una dirección que forma el ángulo  $\beta 1$  con el eje de cabeceo Y, es igual a la suma:
  - a. de la velocidad ( $k1 \vec{V}1$ ), donde  $\vec{V}1$  es la velocidad anterior y  $k1$  es el coeficiente que resulta del trabajo del motor;  $k1$  vale 1 si se conserva la misma potencia motriz que en la situación de despegue vertical, y 0 si no se introduce ninguna potencia motriz en el ventilador 2;
  - b. y de un vector ( $k2 \vec{V}_{cr}$ ), donde  $k2$  es un coeficiente sustancialmente comprendido entre 0,7 y 1, que tiene en cuenta principalmente las pérdidas de carga en la circulación del flujo a través de los álabes 10 de entrada de la estructura de aspiración de la figura 7, y/o el difusor con álabes 2g de la figura 6, el ventilador 2 y los canales 3c. En efecto, el aire incidente que se capta, llegado el caso, a la altura de la rejilla de álabes 10 de la figura 7, conserva la mayor parte de su energía (entalpía) mientras atraviesa los álabes 10 y/o 2g, si están presentes, las palas 2b del ventilador 2 y los canales 3c, si este conjunto está bien diseñado aerodinámicamente, y por lo tanto este aire incidente vuelve a salir por los orificios como los 33 y 34 de la figura 5, con la misma velocidad  $\vec{V}_{cr}$  que su velocidad de entrada, sujeta a un coeficiente  $k2$  de rendimiento ligado a las pérdidas de carga.

El ángulo  $\beta 1$  es un ángulo seleccionado por el sistema de control de vuelo, que gestiona la transición entre el vuelo vertical y el vuelo horizontal. En este estado de funcionamiento, se establecen tres observaciones:

1. La velocidad  $\vec{V}2$  de la superficie de sustentación 1 depende del ángulo  $\beta 1$ , pero es en cualquier caso sustancialmente mayor que  $\vec{V}1$ , en particular cuando  $\vec{V}_{cr}$  es del orden de magnitud de  $\vec{V}1$ , e incluso más grande.
2. La dirección oblicua de un ángulo  $\beta 2$  de la resultante  $\vec{V}2$ , con respecto al eje de alabeo hace que el coeficiente  $KI$  del perfil de la superficie de sustentación 1, visto con este ángulo  $\beta 2$ , es sustancialmente menor (por ejemplo la mitad) de lo que es en la configuración de despegue o de aterrizaje vertical (con  $\vec{V}2 = \vec{V}1$  perpendicular a la superficie de sustentación 1 y al eje de alabeo X).
3. La elevación en vuelo horizontal, al ser proporcional al producto del cuadrado de la velocidad y del coeficiente  $KI$ , es de hecho superior o igual a la que es en vuelo vertical.

En total, esto significa que se dispone, en vuelo horizontal, de una reserva de elevación, lo que es una situación favorable, y que basta, para gestionar este exceso de elevación, con reducir la carga motriz y/u orientar una parte del flujo de aire, en particular el que sale de los orificios 35 (en la figura 5) situados en la parte trasera del aerodino, hacia atrás para utilizarse como fuerza propulsora.

Hay que señalar aquí que el aerodino también puede constar de unas alas habituales que, aunque no estén representadas en las figuras, pueden tomar el relevo de las superficies de sustentación longitudinales para garantizar la elevación, a partir de una cierta velocidad en vuelo horizontal. Con o sin estas alas habituales, a velocidad  $\vec{V}_{cr}$  de avance baja o nula, el dispositivo de sustentación y propulsión y, por lo tanto, también el aerodino que está equipado con este, pueden ser sensibles a los vientos de través (o de lado), cuya velocidad se añade a la velocidad de soplado de una superficie de sustentación 1 en un lado de la estructura de soporte 3, y se resta a la velocidad de soplado de la superficie de sustentación 1 en el otro lado del aerodino, y por lo tanto desequilibra sustancialmente las elevaciones que se ejercen sobre las superficies de sustentación 1, de modo que dicho aerodino es especialmente adecuado para un uso en condiciones meteorológicas favorables, sin vientos violentos ni racheados.

La figura 9 representa otra variante del dispositivo de acuerdo con la invención, que consta de dos ventiladores 2A y 2B longitudinalmente separados entre sí y centrados en el eje de alabeo X. Este dispositivo es especialmente interesante porque permite, con un mismo motor (o par de motores) como el 21 en la figura 3, accionar dos ventiladores 2A y 2B que giran en sentidos opuestos, con unos valores de pares  $C2A$  y  $C2B$  idénticos, que por lo tanto se anulan ( $C2B = -C2A$ ). Además, en vuelo de crucero  $\vec{V}_{cr}$ , el primer ventilador 2A, que es de preferencia un ventilador radial, se puede utilizar como se ha explicado con anterioridad en referencia a las figuras 8a y 8b, y simplemente compensar las pérdidas de carga (en este caso  $k1 = 0$  y  $k2 = 1$ ); por lo tanto, este primer ventilador

2A consume muy poca potencia, garantizando al mismo tiempo la elevación del aerodino, y lo esencial de la potencia motriz la absorbe el segundo ventilador 2B, que es, de preferencia, de tipo axial, y que está esencialmente dedicado a la propulsión del aerodino, e instalado en la estructura de soporte 3 de modo que su eje esté inclinado de la parte superior hacia la parte inferior y de la parte trasera hacia la parte delantera del aerodino, con un ángulo de aproximadamente 30° en el eje de guiñada Z, en el plano vertical definido por los ejes de alabeo X y de guiñada Z.

En comparación con el ejemplo de la figura 5, se comprueba que el ventilador delantero 2A (en el eje de alabeo X y en la mitad delantera de la estructura de soporte 3) alimenta, de forma simétrica con respecto al plano de los ejes de alabeo X y de guiñada Z, los orificios laterales 32, 33, y 34 a cada lado, justo antes del extremo delantero de las dos superficies de sustentación longitudinales 1 o hacia cada una de las dos superficies de sustentación longitudinales 1, por medio de los tabiques internos 3d que delimitan unos canales 3c entre la pared superior 3a y la pared inferior 3b de la estructura de soporte 3, mientras que el ventilador trasero 2B alimenta no solo los orificios laterales 34, 33 y 32 en cada lado de la estructura de soporte 3, hacia las superficies de sustentación 1 o justo después del extremo trasero de estas, sino también los orificios traeros 35 que garantizan la propulsión.

En una variante, para evitar que una deficiencia en uno de los dos ventiladores 2A y 2B provoque un fallo de alimentación de flujo de aire de sustancialmente la mitad correspondiente de los orificios 33 y 34 laterales esenciales para la sustentación, los canales 3c delimitados por los tabiques internos 3d se pueden realizar en uno de dos niveles diferentes, en el eje de guiñada Z, para respectivamente cada uno de los dos ventiladores 2A y 2B, de modo que cada uno de estos pueda contribuir por sí solo a la alimentación con flujo de aire de cada uno de los orificios laterales 33 y 34 de soplado de las superficies de sustentación 1, con el fin de desarrollar una elevación al menos suficiente para permitir un aterrizaje vertical o corto con una velocidad vertical lo suficientemente limitada como para no dañar el aerodino.

En esta configuración en concreto, pero no de manera exclusiva, para evitar que los flujos de aire que provienen de uno de los dos ventiladores 2A y 2B barran esencialmente extradós de las superficies de sustentación 1 mientras que los flujos de aire que provienen del otro de los dos ventiladores barren esencialmente el intradós de las superficies de sustentación 1, cada una de las superficies de sustentación puede ser una superficie de sustentación con múltiples planos, constando de varios elementos de superficies de sustentación desplazadas entre sí a la vez en el eje de guiñada Z y en el eje de cabeceo Y, y, en concreto, cada superficie de sustentación 1 longitudinal puede ser una superficie de sustentación de dos planos, en la que el plano inferior (en el eje Z) al otro es también el más interior (hacia la estructura de soporte 3) de los dos elementos de superficies de sustentación curvados en el mismo sentido, y eventualmente "paralelos". Unas superficies de sustentación 1 con múltiples planos también pueden estar asociadas a un único ventilador 2 de sustentación, en una variante.

En otra variante más, los dos ventiladores 2A y 2B pueden ser idénticos, radiales y contrarrotativos, y dedicados únicamente para la sustentación del aerodino. En este caso, el dispositivo no consta o consta de pocos orificios de soplado hacia atrás como los 35 (en la figura 9) para la propulsión, que se garantiza mediante al menos un propulsor distinto, como al menos una hélice carenada montada en la parte delantera o en la parte trasera de la estructura de soporte 3, y dedicada para la propulsión en vuelo sustancialmente horizontal, pudiendo esta hélice o estas hélices accionarse también en rotación mediante el o los motores de accionamiento de los ventiladores 2A y 2B, de preferencia en este caso con una transferencia progresiva de potencia motriz de los ventiladores 2A y 2B, o de al menos el ventilador delantero 2A, que garantiza la sustentación, hacia la o las hélices propulsoras, durante la traslación del vuelo vertical al vuelo horizontal, y la fase de aceleración en vuelo horizontal, o también mediante al menos un motor específico para el accionamiento del o de los propulsores distintos.

A título de ejemplo, se puede considerar la sustentación de un aerodino de manipulación de cargas pesadas, cuyas dimensiones aproximadas son de 4 m de ancho (en el eje de cabeceo Y) por 11 m de longitud (en el eje de alabeo X), para las dimensiones de la estructura de soporte 3, en una categoría de aerodino de masa superior a 5.000 kg, con dos ventiladores 2A y 2B, como se ha descrito con anterioridad en referencia a la figura 9, en la que la velocidad periférica de rotación de cada ventilador es del orden de 150 m/s, y la velocidad radial de salida del flujo del orden de 50 m/s. El diámetro individual de cada uno de los dos ventiladores 2A y 2B es de aproximadamente 3,5 m (esto es más del 80 % de la anchura de la estructura), y la altura de las palas 2b de los ventiladores de 44 cm aproximadamente y corresponde sustancialmente a la altura de los álabes 2g del difusor eventualmente asociado. El caudal de aire generado se envía a los lados y a la parte trasera de la estructura de soporte 3 a través de unos orificios de salida, como los 32, 33, 34 y 35, que miden aproximadamente 40 cm de altura, y, en concreto, el flujo de aire se envía a las dos superficies de sustentación longitudinales 1 que miden cada una aproximadamente 10 m de longitud por 2 m de anchura, en el lado derecho y en el lado izquierdo de la estructura de soporte 3, y ofrecen un coeficiente de elevación *KI* comprendido entre 2,5 y 4. La fuerza ascensional generada, que corresponde a la masa máxima del aerodino en el despegue, es por tanto superior a 16.000 kg, y la potencia del o de los motores 21 es del orden de 2.000 kW.

La longitud en el eje de alabeo de cada una de las dos superficies de sustentación longitudinales 1 y la longitud de la estructura de soporte 3 debiendo necesariamente limitarse, un buen equilibrio entre esta necesaria limitación de longitud y la optimización de las pérdidas de carga en los canales laterales 3c de alimentación con flujo de aire de los orificios laterales de soplado de las superficies de sustentación 1 consiste, en concreto cuando el dispositivo

comprende uno o dos ventiladores 2 o 2A, 2B, radial(es) o axial(es), en adoptar una longitud de cada superficie de sustentación longitudinal 1 que es sustancialmente igual, en aproximadamente + o - un 20 %, a  $\frac{n}{2}$  veces la circunferencia de un ventilador, siendo n el número de ventiladores con sustancialmente el mismo diámetro del dispositivo.

5 En el ejemplo que se acaba de describir, cada una de las dos superficies de sustentación longitudinales 1 tiene aproximadamente 10 m de longitud y cada uno de los dos ventiladores 2A y 2B tiene un diámetro de aproximadamente 3,5 m, lo que corresponde a una circunferencia de sustancialmente 11 m para cada ventilador, lo que cumple con la condición mencionada con anterioridad.

10 La figura 10 representa una distribución particular y una disposición particular de una superficie de sustentación longitudinales 1, en este ejemplo con dos elementos de superficie de sustentación curvados de los cuales un elemento de borde de salida de pequeña cuerda separado por una ranura del elemento de superficie de sustentación principal, con respecto a la estructura de soporte 3 y a los álabes directivos 5, controlados para orientar el flujo de aire de salida hacia arriba o hacia abajo (en el eje de guiñada Z), como se ha descrito en referencia a las figuras 4 y 4a.

15 De manera no representada en la figura 10, las superficies de sustentación 1 pueden fijarse rígidamente a la estructura de soporte 3, mediante unos medios de unión 6 tales como los descritos en referencia a la figura 4a, por ejemplo, o, en una variante, fijarse sobre un bancada intermedia (no representada) que permite girar el conjunto de las superficies de sustentación 1 alrededor del eje de alabeo X, o de un eje paralelo a este último, con el fin de poder establecer el ángulo de incidencia de las superficies de sustentación 1 en un valor angular ajustable dentro de un intervalo determinado, permitiendo también la bancada que el conjunto de las superficies de sustentación 1 giren también, con una amplitud similar, alrededor del eje de cabeceo Y o de un eje paralelo a este último, y también alrededor del eje de guiñada Z o de un eje paralelo a este último para establecer las superficies de sustentación 1 en una posición más favorable en vuelo horizontal, en la que las superficies de sustentación son impulsadas por el viento relativo en la dirección general de su longitud. De este modo las superficies de sustentación longitudinales 1 están unidas a la estructura de soporte 3 por la bancada, o unas sujeciones ligeramente móviles, que permite o permiten que adopte cualquier ángulo entre  $-10^\circ$  y  $+10^\circ$  por ejemplo con respecto a un plano de referencia XY y/o XZ y/o YZ.

20 En la figura 10, los álabes 5 controlados en giro cada uno alrededor de un eje paralelo al eje de alabeo dentro de un orificio lateral de soplado de la superficie de sustentación 1 correspondiente, inmediatamente aguas abajo de los álabes directores 4 y entre la pared superior 3a y la pared inferior 3b de la estructura de soporte 3, desvían el flujo de aire de salida ligeramente hacia arriba, con un ángulo  $\gamma_1$ , de modo que la superficie de sustentación 1, que, tanto en la figura 4 como en la figura 1, tiene una incidencia  $\alpha_1$  con respecto al flujo de aire, presenta en la figura 10 una incidencia  $\alpha_1 - \gamma_1$ . Esta distribución y esta disposición son favorables por que permiten aproximar la resultante  $\vec{F}$  de las fuerzas aerodinámicas que se ejercen sobre la superficie de sustentación 1 a la vertical, y por lo tanto aumentar la elevación efectiva (puesto que  $\vec{F}$  es la suma de la fuerza de sustentación  $\vec{F}_l$  y de la fuerza de arrastre  $\vec{F}_d$ , de modo que si  $\vec{F}_d$  es grande,  $\vec{F}$  es significativamente más grande que  $\vec{F}_l$ ).

30 La orientación del flujo de aire de salida de un orificio lateral 33 o 34 hacia arriba, con un ángulo  $\gamma_1$ , de preferencia comprendido entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , ejerce una fuerza de impulso hacia abajo sobre la estructura de soporte 3, que se resta por lo tanto a la elevación desarrollada sobre las superficies de sustentación 1, pero el balance sigue siendo ampliamente positivo, ya que la resultante de las fuerzas  $\vec{F}$  es por lo general significativamente más grande que la fuerza de elevación  $\vec{F}_l$ .

35 La figura 11 representa una variante del dispositivo de la invención en situación de avería, en la que el dispositivo y el aerodino que está equipado con este están en caída libre, por ejemplo en caso de fallo del motor. En este caso, como ya se ha mencionado con anterioridad, las palas 2b del o de los ventiladores 2A y 2B y los álabes 2g del o de los rectificadores se giran para cerrar los pasos entre estas y entre aquellos, con el fin de conservar la energía cinética del rotor del ventilador 2 y del volante de inercia 2i, como se ha descrito en el ejemplo de la figura 6, y estas palas 2b y álabes 2g se reactivan, es decir giran de nuevo de forma que abren los pasos entre estas y entre aquellos, cuando se acerca al suelo, para generar, por medio de la energía cinética almacenada, un flujo de aire que incide sobre las superficies de sustentación 1 lo que permite frenar la caída. En la variante de la figura 11, además, se realizan unas trampillas 36, de las cuales solo se representa una en la figura 11, en la pared inferior 3b de la estructura de soporte 3 y se articulan de forma pivotante en 37 en esta pared inferior o suelo 3b, en la parte de esta pared inferior 3b que delimita los canales 3c, aguas abajo de los álabes 2g de rectificador del ventilador 2 correspondiente, y directamente aguas arriba de las rejillas de álabes 4 y 5 directores dentro del orificio lateral correspondiente de salida del flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación 1, estando el eje de giro 37, sustancialmente paralelo al eje de alabeo de cada trampilla 36, aguas arriba de la trampilla 36 con respecto al sentido de circulación normal del flujo de aire, de modo que las trampillas 36, bajo la presión del viento vertical  $\vec{V}_z$  debido a la caída del dispositivo y del aerodino, van a abrirse girando hacia el interior de los canales 3c, y a permitir

una circulación adicional de aire sobre las superficies de sustentación 1 para frenar la caída del aerodino y de su dispositivo de sustentación y propulsión.

De este modo, las trampillas 36 permiten recuperar una parte del flujo de aire correspondiente al viento relativo vertical ascendente  $\vec{V}_z$  para convertirla en un flujo de aire de soplado adicional, que contribuye a generar sobre las superficies de sustentación 1 una elevación aumentada, para frenar la caída del aerodino.

En la variante del dispositivo de la invención de acuerdo con las figuras 12a y 12b, dos ventiladores axiales 2C y 2D, idénticos entre sí y con unos ejes paralelos al eje de alabeo X del aerodino y de la estructura de soporte 3, están montados en la parte delantera de la estructura de soporte 3, de forma simétrica entre sí a ambos lados del plano longitudinal medio definido por los ejes de alabeo X y de guiñada Z. Estos dos ventiladores 2C y 2D se realizan, por ejemplo, en forma de dos hélices propulsoras carenadas, cuyas carenas están fijadas ligeramente en voladizo en la parte delantera de la estructura de soporte 3, de forma sustancialmente rectangular y soportando dos estabilizadores verticales orientables 8 en la parte trasera.

Una parte del flujo de aire axial de los dos ventiladores 2C y 2D se capta axialmente en la entrada de canales acodados 3e, delimitados por unos tabiques 3f arqueados lateralmente entre la pared superior 3a y la pared inferior 3b (o suelo) de la estructura de soporte 3, dirigiendo lateralmente estos canales acodados 3e el flujo captado y que desemboca lateralmente en los dos lados grandes de la estructura 3, mediante unos orificios laterales 36, 37, 38 y 39 que emiten los flujos de aire de soplado de las superficies de sustentación 1, a ambos lados de la estructura 3, para generar una elevación que se añade a la desarrollada por las superficies de sustentación 1 debido al viento relativo longitudinal resultante de la fracción propulsora del flujo de aire producido por los dos ventiladores axiales 2C y 2D y que es la fracción no captada por los canales 3e, en un aerodino que, en este caso, es más bien de tipo STOL que VTOL.

No se representan el o los motores de accionamiento de los ventiladores 2C y 2D en aras de una mayor claridad del dibujo, pero puede o pueden montarse en una bodega fijada bajo la estructura de soporte 3, como en la figura 3.

Para un aerodino de poca masa, dicho dispositivo puede constar de un único ventilador axial.

También pueden realizarse unos canales, como 3e, de captación de flujo de aire axial o axiales, reorientado(s) con flujos laterales de soplado de las superficies de sustentación 1, en las estructuras de soporte 3 de los ejemplos de dispositivos de las figuras 3 a 7 y 9 a 11, por encima o por debajo de los canales 3c delimitados por los tabiques 3d y alimentados por el o los ventiladores 2A o 2B. En estos casos, en la fase de transición del vuelo vertical al vuelo horizontal, y en la fase de aceleración en vuelo horizontal, la potencia motriz utilizada para garantizar la sustentación se puede transferir de manera progresiva a potencia de propulsión, de modo que se absorbe poca o nada de potencia por el o los ventilador(es) esencialmente dedicado(s) para la sustentación y suministrada por su(s) motor(es). En vuelo de crucero, la propulsión absorbe prácticamente el 100 % de la potencia motriz, y la sustentación se garantiza sin un consumo adicional de potencia, mediante la captura de al menos un flujo de aire axial reorientado lateralmente para el soplado de las superficies de sustentación 1.

La figura 13 representa de manera esquemática, en sección transversal por un plano paralelo al plano definido por los ejes de cabeceo Y y guiñada Z, una disposición especialmente ventajosa de una superficie de sustentación longitudinal 1, en este ejemplo en un único elemento de superficie de sustentación curvada, con respecto al borde lateral enfrentado a la estructura de soporte 3, sustancialmente como se representa en la figura 10. En la disposición ventajosa de la figura 13, se designa como  $a_l$  la altura (o espesor) del flujo de aire que sale de un orificio lateral, delimitado entre los bordes laterales de la pared superior 3a y la pared inferior 3b, y desviado con un ángulo  $\gamma_1$  por la rejilla de álabes 5 dispuesta dentro de este orificio, siendo el ángulo  $\alpha$  la incidencia de la superficie de sustentación 1 en la dirección del flujo. Se designa, además, como  $d$  la distancia que separa el borde de ataque de la superficie de sustentación 1 de la sección de salida de este orificio, de forma perpendicular a la dirección del flujo desviado, es decir en paralelo a la altura  $a_l$ , y  $z_0$  designa la altitud del punto extremo que corresponde al borde de ataque de la superficie de sustentación 1, en el flujo desviado de altura  $a_l$ . En la disposición favorable de la figura 13, se verifican las siguientes dos condiciones:

$$1) \quad 0 \leq \frac{z_0}{a_l} \leq 0,5$$

y

$$2) \quad 0 \leq d \leq 10a_l.$$

El cumplimiento de estas condiciones permite optimizar el soplado de las superficies de sustentación longitudinales 1.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de sustentación y propulsión, para un aerodino con despegue y aterrizaje vertical o corto, por el efecto de elevación obtenido mediante el soplado de un flujo de aire producido por un generador de flujo de aire (2; 2A, 2B; 2C, 2D) sobre unas superficies de sustentación (1) sustentadoras unidas a una estructura de soporte (3), comprendiendo el dispositivo dos superficies de sustentación longitudinales (1), sustancialmente rectilíneas, dispuestas a ambos lados de la estructura de soporte (3) y que se extienden sustancialmente en paralelo al eje de alabeo (X) del dispositivo, siendo las dos superficies de sustentación longitudinales (1) simétricas entre sí con respecto al plano definido por los ejes de alabeo (X) y de guiñada (Z), **caracterizado por que** el generador de flujo de aire comprende al menos un ventilador (2), con un eje vertical o que forma un ángulo máximo de aproximadamente 30° con el eje de guiñada (Z) y montado en la estructura de soporte (3) con un diámetro máximo (D1), que corresponde al diámetro extremo de rotación de las palas (2b) de ventilador, superior al 50 % de la anchura (I1) de la estructura de soporte (3).
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha estructura de soporte (3) presenta, en la dirección de avance en vuelo de crucero, que es la dirección del eje de alabeo (X), una longitud superior a su anchura, en la dirección del eje de cabeceo (Y) del dispositivo y de preferencia la longitud de la estructura de soporte (3) es superior a dos veces su anchura.
3. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por el hecho de que** las generatrices de superficies portantes de las superficies de sustentación longitudinales (1) son sustancialmente rectilíneas y sustancialmente paralelas al eje de alabeo (X) del dispositivo o ligeramente inclinadas en este eje (X).
4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** las superficies de sustentación longitudinales (1) son de tipo hipersustentador y constan cada una de al menos un elemento de superficie de sustentación que presenta un perfil con una curvatura superior al 5 % de la cuerda de dicho perfil.
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3 o 4 como dependiente de la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** las generatrices más extremas, de borde de ataque (x1x1) y de borde de salida (x2x2), de las superficies de sustentación longitudinales (1) forman, con el eje de alabeo (X) del dispositivo, un ángulo inferior a 5°, y la generatriz de borde de salida converge hacia la del borde de ataque en el lado de la parte delantera del eje de alabeo (X).
6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** las superficies de sustentación longitudinales (1) están unidas a la estructura de soporte (3) de forma que dichas superficies de sustentación (1) puedan adoptar cualquier ángulo entre -10° y +10° con respecto a un plano definido por dos de los tres ejes de alabeo (X), cabeceo (Y) y guiñada (Z) del dispositivo.
7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** los elementos de las superficies de sustentación longitudinales (1) están unidos entre sí y a la estructura de soporte (3) mediante unos elementos estructurales (6) que presentan, en sección, un perfil aerodinámico, como un perfil de ala y realizados de preferencia de modo que los planos medios de simetría de estos perfiles sean paralelos al eje de alabeo (X) del dispositivo.
8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación (1) está orientado, a la salida de la estructura de soporte (3), en una dirección hacia la parte trasera o la parte delantera del dispositivo y/o en una dirección hacia la parte superior o la parte inferior del dispositivo, mediante dos sistemas de rejillas con aletas o con álabes (4, 5) dirigidos.
9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por el hecho de que** el flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación (1) está dirigido hacia la parte superior, a su salida de la estructura de soporte (3), con un ángulo ( $\gamma_1$ ) de preferencia superior a 10° con respecto a la horizontal, de forma que la resultante ( $\vec{F}$ ) de las fuerzas de sustentación ( $\vec{F}_l$ ) y de arrastre ( $\vec{F}_d$ ) ejercidas sobre dicha superficie de sustentación longitudinal (1) sea sustancialmente vertical.
10. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por el hecho de que** unos orificios de salida lateral del flujo de aire se dividen, de manera ventajosa, en al menos tres y de preferencia cuatro, categorías y se dirigen de forma independiente: unos orificios (34) enfrentados a la superficie de sustentación (1) para garantizar la elevación del dispositivo, unos orificios (33) enfrentados a los extremos de la superficie de sustentación (1) para garantizar la estabilidad alrededor de los ejes de alabeo (X) y cabeceo (Y), unos orificios (32) no enfrentados para la estabilidad de la rotación alrededor del eje de guiñada (Z) y, eventualmente, unos orificios (35) en la parte trasera para garantizar la propulsión.
11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** las superficies de sustentación longitudinales (1) y al menos un elemento estructural que las une con la estructura de soporte (3)

forman un conjunto rígido que se puede establecer alrededor de un eje de articulación paralelo o coincidente con el eje de alabeo (X) y/o de un eje de articulación paralelo o coincidente con el eje de cabeceo (Y).

5 12. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por el hecho de que** el generador de flujo de aire (2) se alimenta por una abertura de aspiración (2a) asociada a una red de álabes (10) y dispuesta y orientada de modo que capte, en vuelo sustancialmente horizontal, un flujo de aire incidente, que se desvía mediante la red de álabes (10) y se aspira mediante dicho generador (2), de preferencia en al menos un ventilador radial y a continuación sopla transversalmente sobre las superficies de sustentación longitudinales (1), tras el paso por un circuito realizado dentro de la estructura de soporte (3) y dicho generador (2), y cuyas  
10 características aerodinámicas permiten conservar una gran parte de la entalpía inicial del flujo de aire incidente, estando los álabes (10) de dicha red preferentemente perfilados y dispuestos de forma que generan una elevación complementaria a la producida por dichas superficies de sustentación (1).

15 13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el generador de flujo de aire comprende al menos dos ventiladores (2A, 2B), cuyos sentidos de rotación son opuestos de modo que anulan el par giroscópico global de los ventiladores (2A, 2B).

20 14. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por el hecho de que** el o los propios ventiladores (2; 2A, 2B) consta(n) de una masa inercial o bien de un volante de inercia (2i) montada/o en el mismo eje que el ventilador correspondiente, y cerca de este, y accionada/o en rotación síncrona o contrarrotativa.

25 15. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** al menos un ventilador (2) es un ventilador radial con palas (2b) inclinadas hacia atrás con respecto al sentido de rotación del ventilador.

30 16. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por el hecho de que** el o los ventilador(es) radial(es) (2; 2A, 2B) consta(n) de unas palas (2b) que pueden girar cada una alrededor de un eje sustancialmente paralelo al eje de rotación del ventilador correspondiente y cuya orientación alrededor del eje de giro está controlada, estando dichas palas (2b) de ventilador asociadas a un difusor fijo que consta de unos álabes (2g), cada uno de los cuales también gira alrededor de un eje de giro paralelo al de dichas palas (2b) de ventilador, y cuya orientación también está controlada alrededor de dicho eje de giro (Zi) de forma que se adaptan las incidencias de las palas (2b) de ventilador y álabes (2g) de difusor a la potencia requerida, y en concreto de modo que se reduzca casi a 0 la potencia consumida por un ventilador, mediante el giro de dichas palas (2b) y dichos álabes (2g)  
35 de modo que se cierren los pasos entre estas y entre estos, para conservar una energía de emergencia, en caso de avería, o poner en espera un ventilador durante una fase de vuelo.

40 17. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por el hecho de que** el flujo de aire generado por el o los ventiladores (2; 2A, 2B) para soplar las superficies de sustentación longitudinales (1) se mueve con una velocidad comprendida entre aproximadamente 15 m/s y 100 m/s, y de preferencia entre aproximadamente 20 m/s y 70 m/s.

45 18. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizado por que** la pared inferior (3b) que delimita unos canales (3c) de alimentación con flujo de aire de soplado de las superficies de sustentación (1), dentro de la estructura de soporte (3), consta de unas trampillas articuladas (36) que se abren bajo la presión de un viento relativo vertical ascendente ( $\vec{Vz}$ ) para captar una parte de dicho viento relativo ( $\vec{Vz}$ ) y convertirla en una circulación de aire que sopla las superficies de sustentación (1) para desarrollar una elevación que limita la velocidad de descenso del dispositivo.

50 19. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado por el hecho de que** consta además de al menos un ventilador axial con un eje paralelo o coincidente con el eje de alabeo (X) y montado en la parte delantera de la estructura de soporte (3) y cuyo flujo de aire axial de salida se capta en parte en la entrada axial de canales (3e) realizados en la estructura de soporte (3) y curvados lateralmente de modo que desemboquen lateralmente mediante unos orificios (36, 37, 38, 39) de soplado de las superficies de sustentación  
55 longitudinales (1), garantizando la parte del flujo de aire axial de salida del o de los ventiladores axiales (2C, 2D) no captada por los canales (3e) la propulsión.

20. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado por el hecho de que** cada una de las superficies de sustentación longitudinales (1) está realizada y dispuesta con respecto a la estructura

$$0 \leq \frac{z_0}{al} \leq 0,5$$

60 de soporte (3) de modo que verifica la siguiente doble condición: y  $0 \leq d \leq 10al$ , donde  $al$  es la altura del flujo de aire de soplado de una superficie de sustentación (1) y desviado hacia la parte superior con un cierto ángulo, midiéndose  $al$  de forma perpendicular a la dirección del flujo desviado,  $d$  es la distancia entre el borde de ataque de la superficie de sustentación (1) y la sección de salida de dicho flujo de aire de la estructura de soporte

(B), midiéndose esta distancia en paralelo al flujo desviado, y  $z_0$  es la altitud del punto extremo del borde de ataque de la superficie de sustentación (1) en el flujo de aire desviado de altura  $al$ .

5 21. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizado por que** la longitud, en el eje de alabeo (X), de cada superficie de sustentación longitudinal (1) es sustancialmente igual, aproximadamente

en + o - un 20 %, a  $\frac{n}{2}$  veces la circunferencia de un ventilador (2; 2A, 2B), siendo n el número de ventiladores, con sustancialmente el mismo diámetro, del dispositivo, en particular en el caso en el que el dispositivo comprende uno o dos ventiladores.

10 22. Aerodino con despegue y aterrizaje vertical o corto, que comprende una estructura de soporte (3) que soporta un dispositivo de sustentación y propulsión **caracterizado por que** dicho dispositivo es de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, y está soportado en la parte superior de dicha estructura de soporte (3), la cual está realizada, en la parte inferior, en forma de barquilla (31) alojando en particular una motorización (21) y dispuesta entre las dos superficies de sustentación longitudinales (1) de dicho dispositivo.

15

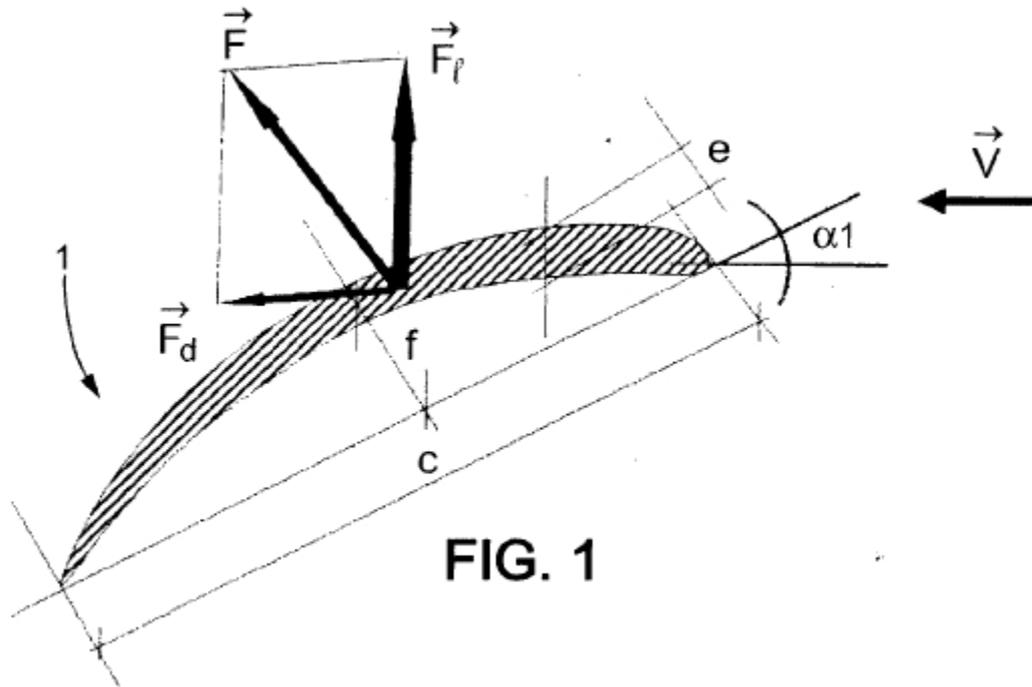


FIG. 1

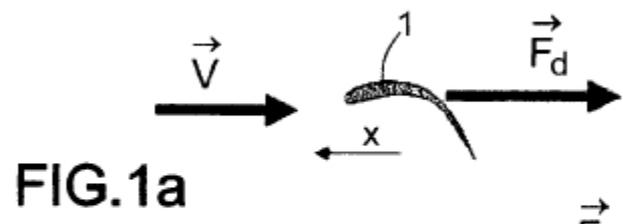


FIG.1a

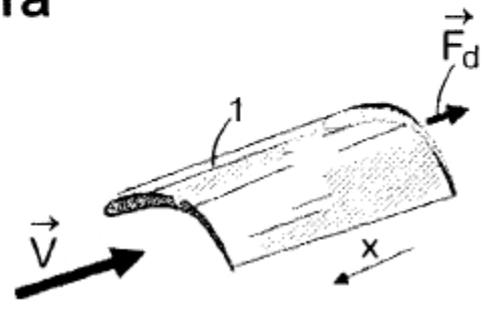
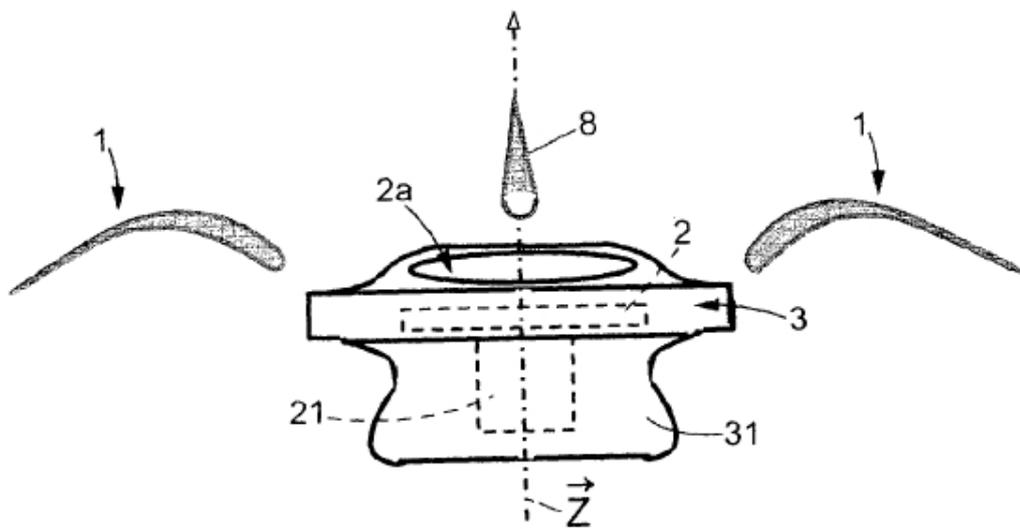
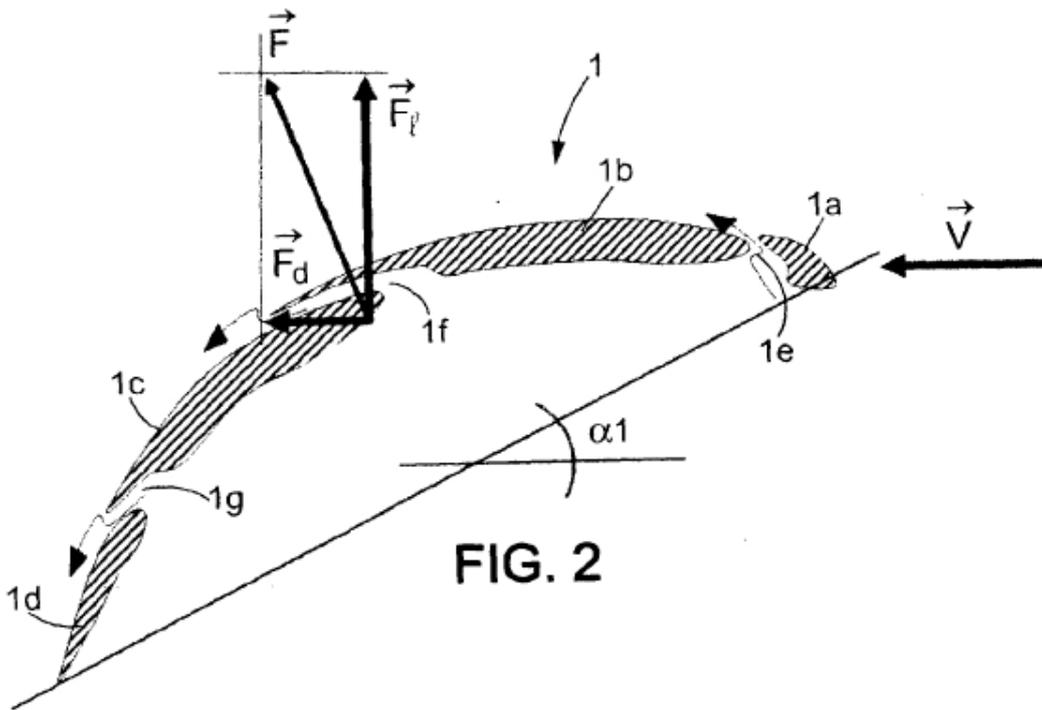
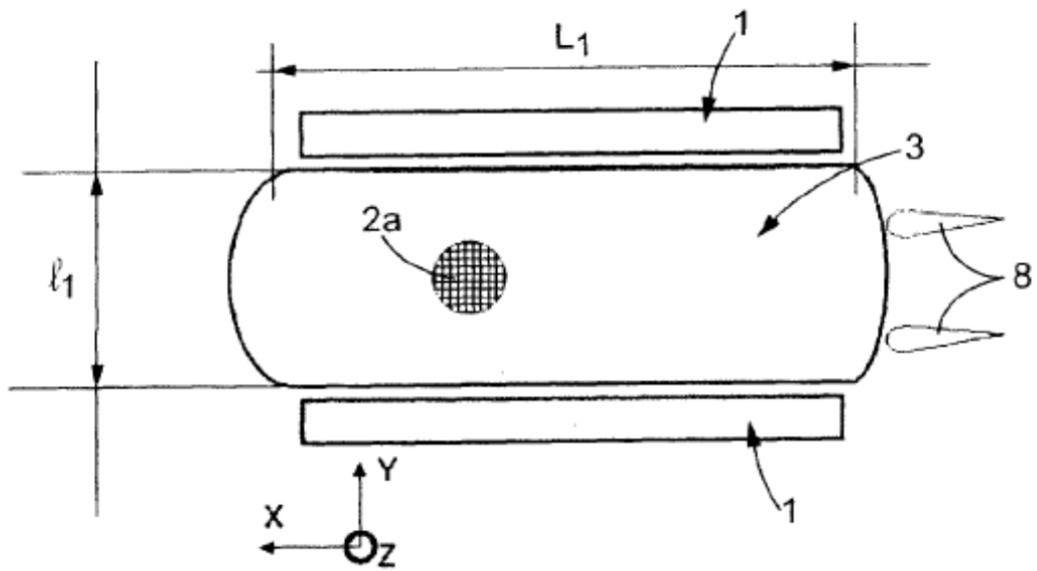
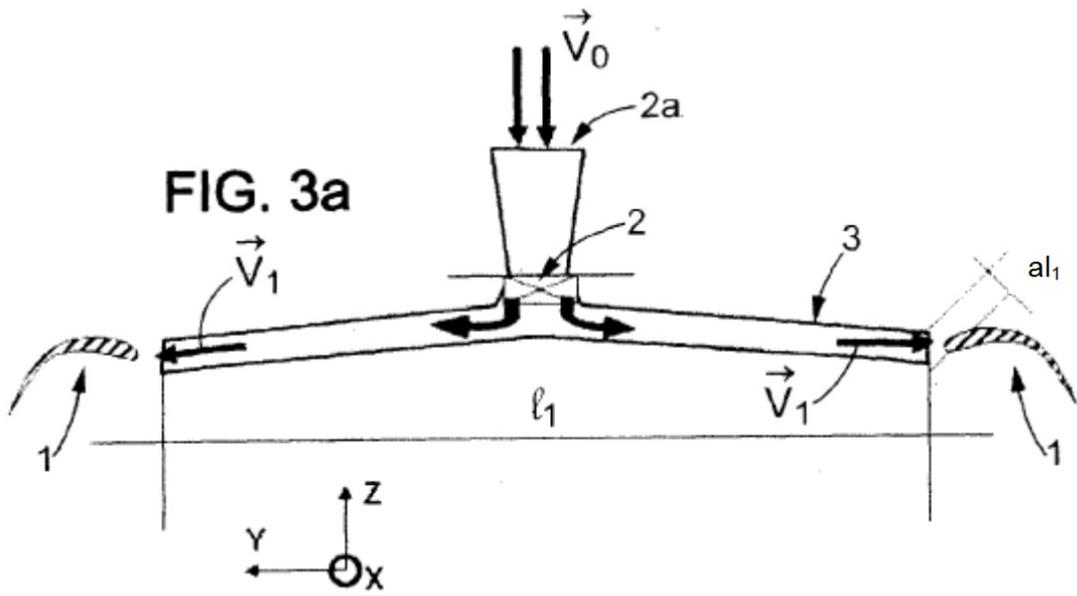


FIG.1b





**FIG. 3b**

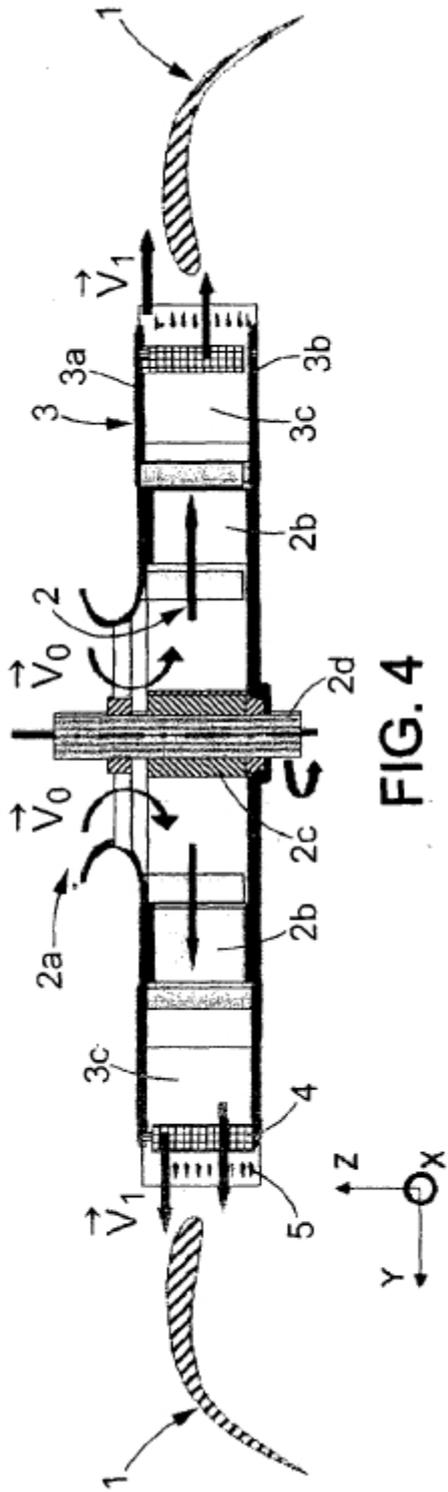


FIG. 4

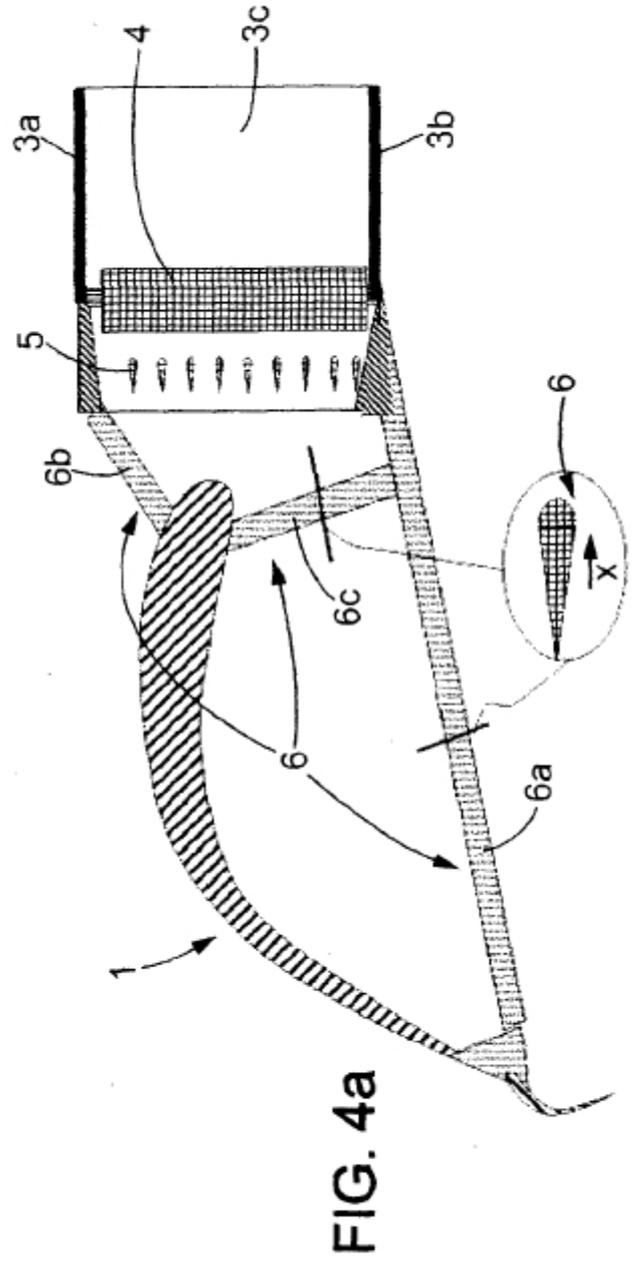
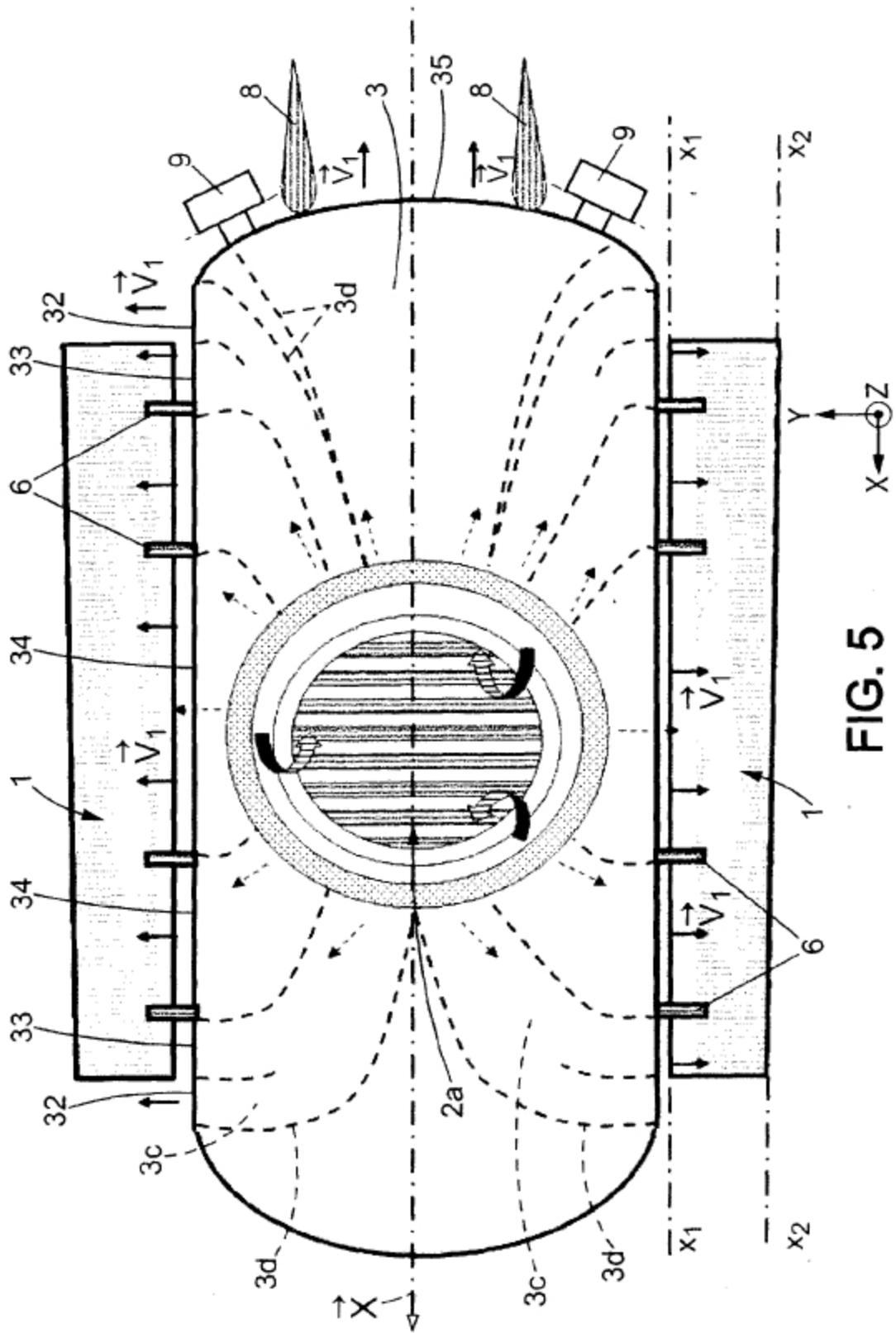


FIG. 4a



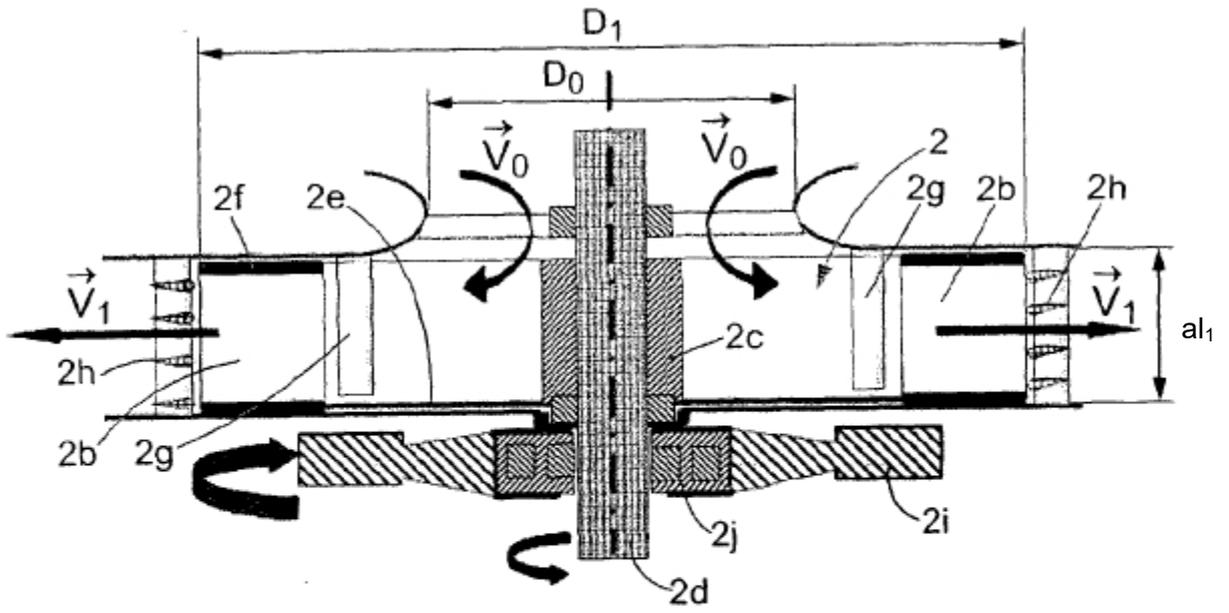


FIG. 6

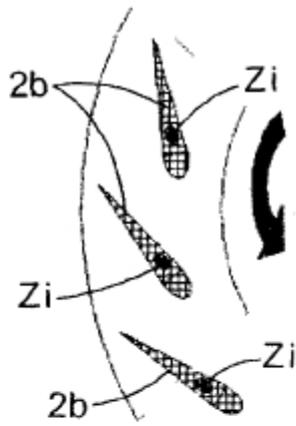


FIG. 6a

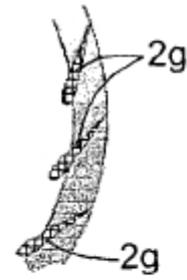


FIG. 6b

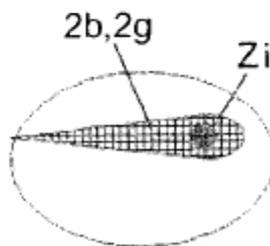


FIG. 6c

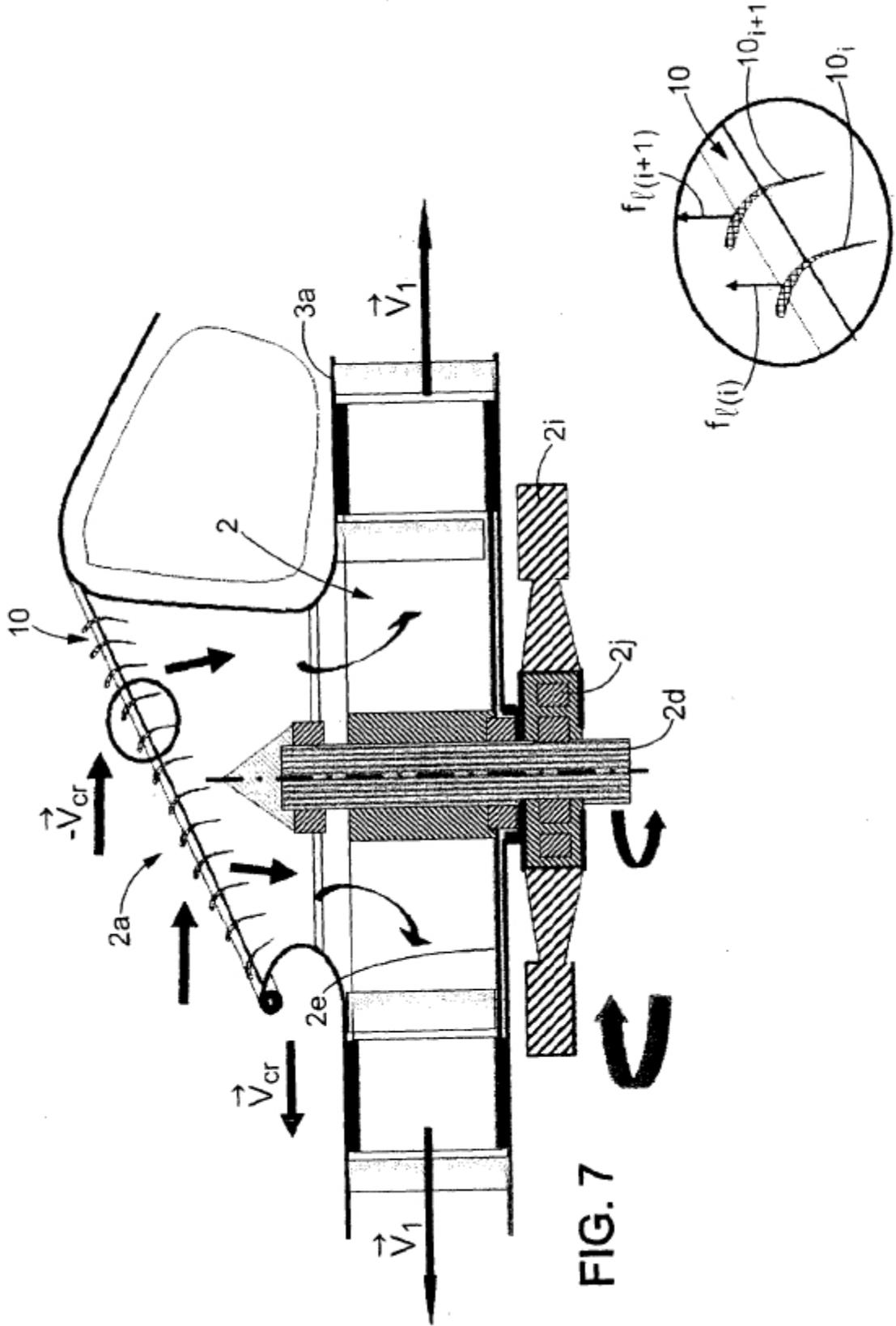


FIG. 7

FIG. 7a

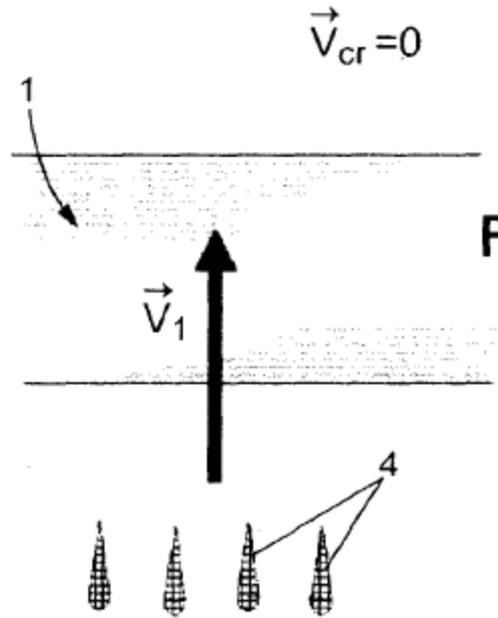


FIG. 8a

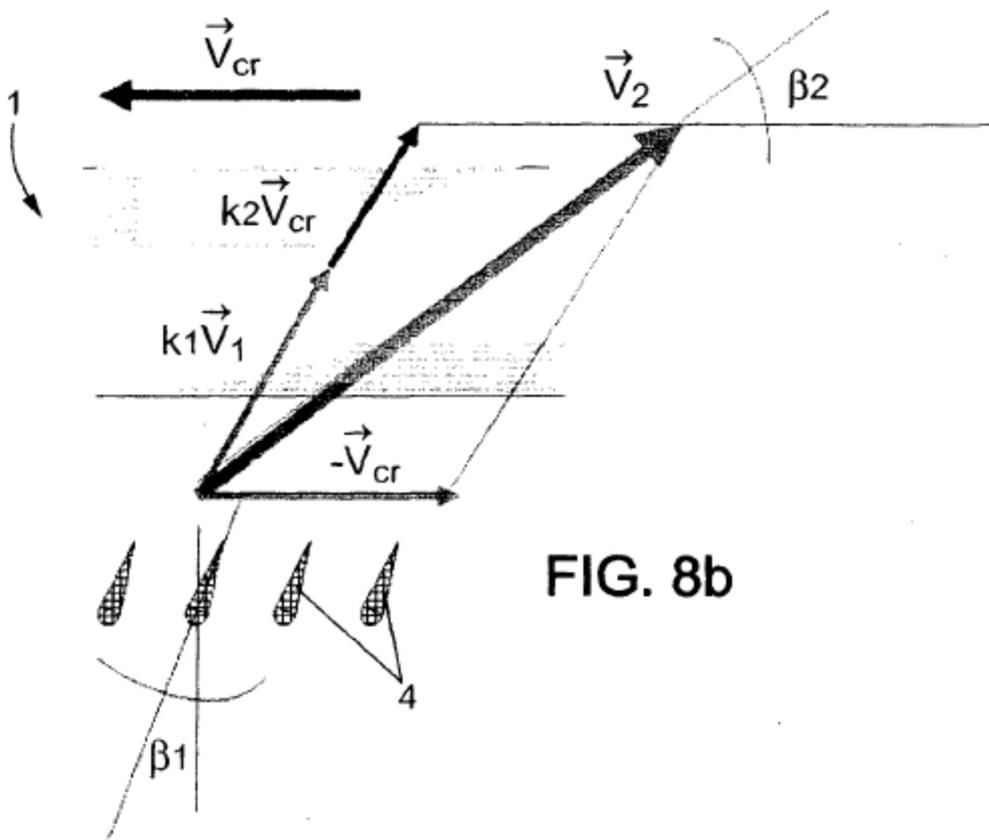
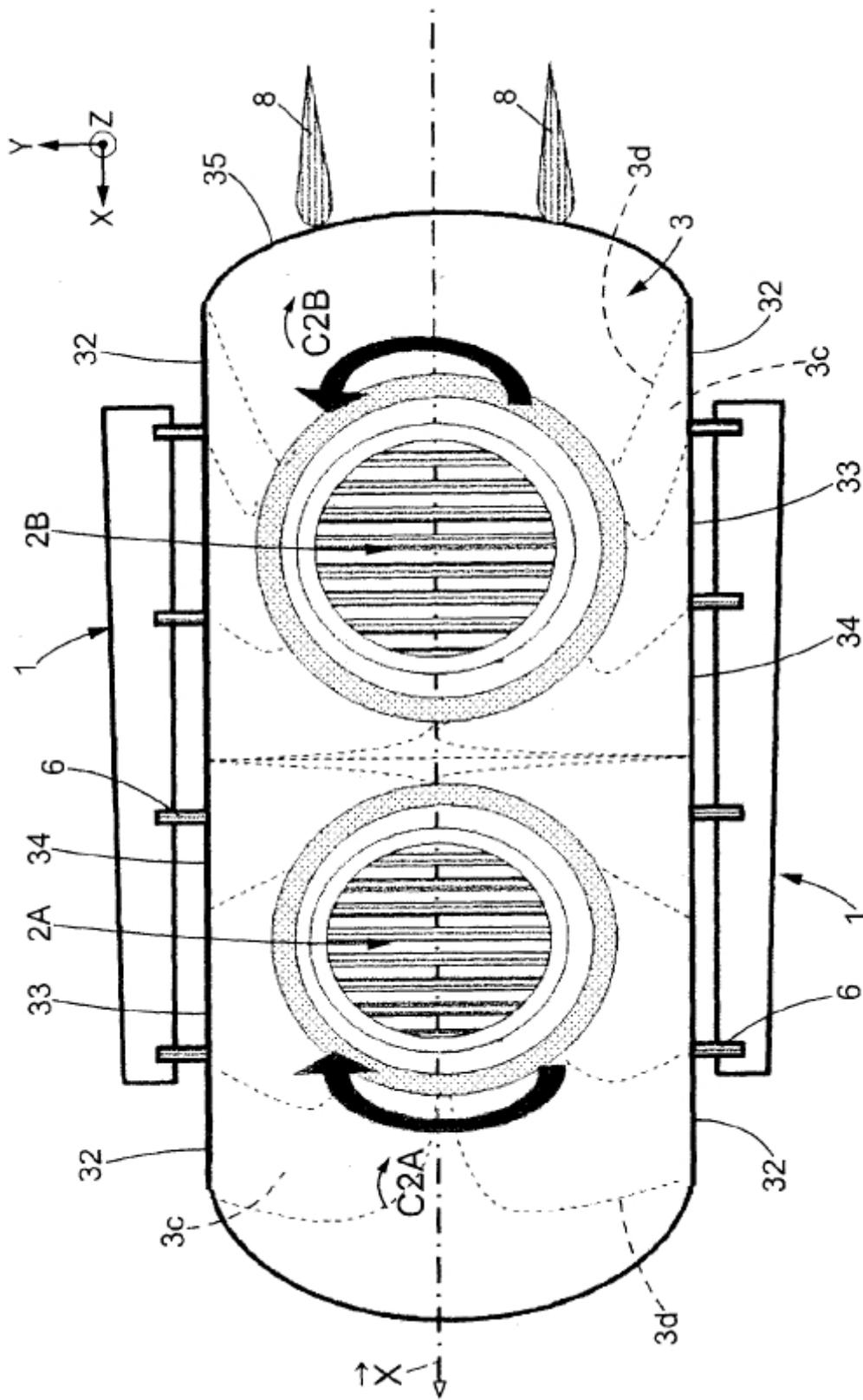


FIG. 8b



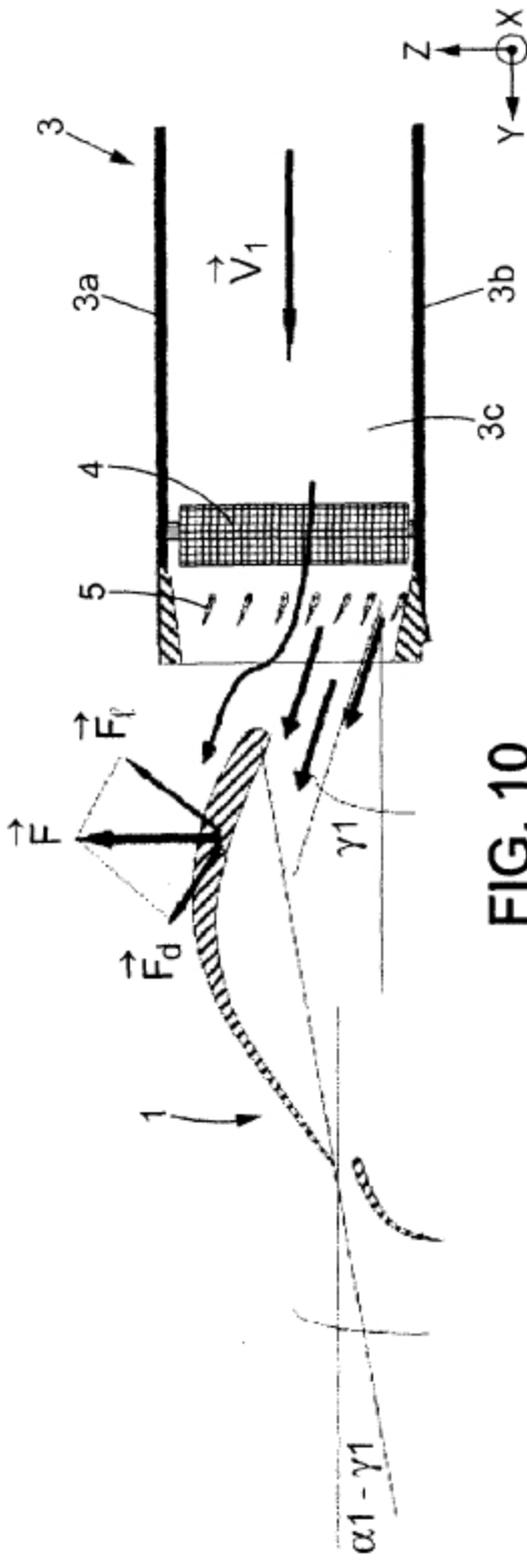


FIG. 10

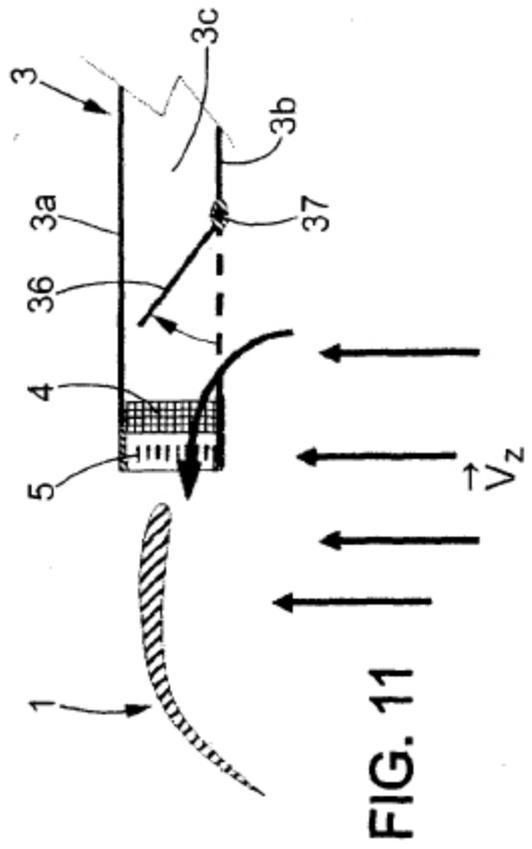


FIG. 11

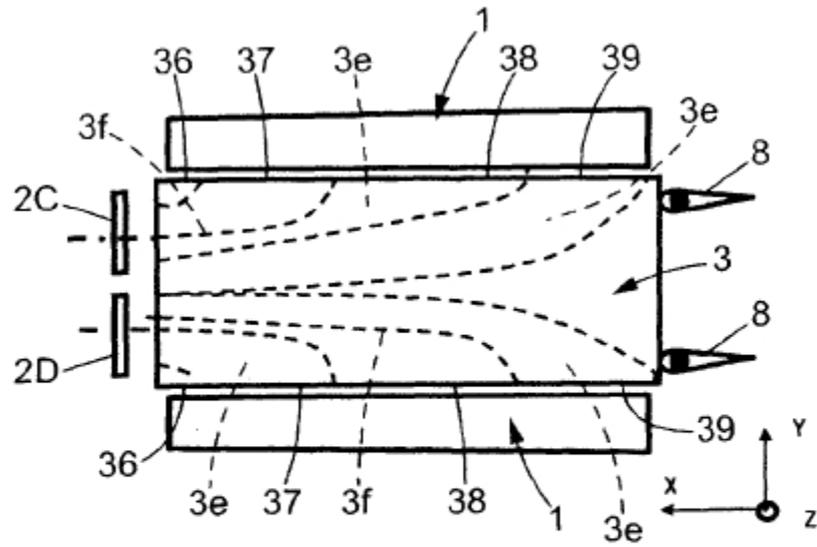


FIG. 12a

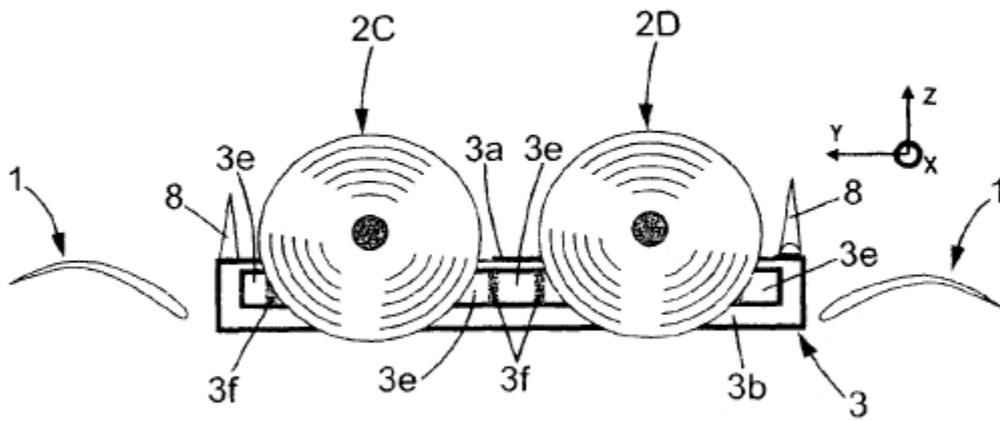


FIG. 12b

FIG. 13

