



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 455**

51 Int. Cl.:
B64C 39/06 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08736991 .4**
96 Fecha de presentación : **16.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2137069**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.12.2009**

54 Título: **Vehículo anular aerotransportado y método de funcionamiento.**

30 Prioridad: **18.04.2007 GB 0707512**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.05.2011

73 Titular/es: **GO SCIENCE LIMITED**
University Gate East Park Row
Bristol BS1 5UB, GB

72 Inventor/es: **Gosling, Harry, George, Dennis**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 359 455 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).

DESCRIPCION

Vehículo anular aerotransportado y método de funcionamiento.

La presente invención está relacionada con un vehículo anular aerotransportado, es decir, un vehículo que tiene un ala-fuselaje exterior, el cual define un eje de ala-fuselaje y que parece substancialmente anular al ser visto a lo largo del eje del ala-fuselaje, en donde el interior del anillo define un conducto que está abierto en ambos extremos.

Se comprenderá que la aeronave deberá estar diseñada para unas características mínimas de resistencia aerodinámica y de masa, maximizando mientras tanto la fuerza ascensional y las características aeroelásticas, de forma que los parámetros fundamentales del diseño de la aeronave puedan adaptarse para conseguir los objetivos específicos de las mejores relaciones de sustentación/resistencia aerodinámica, con la mejor eficiencia de combustible, y con una mayor duración, y con las más altas capacidades de la carga útil, por ejemplo.

Estos objetivos de diseño fundamentales permanecen reales si el avión pudiera ser una aeronave no tripulada miniatura (UAV), o bien un planeador, o bien una aeronave de pasajeros, o realmente una gran aeronave de transporte.

Es un objetivo en muchas aplicaciones de UAV el proporcionar unos medios para el despegue y aterrizaje de corta longitud (STOL) o bien un despegue y aterrizaje verticales (VTOL), de forma que los dispositivos puedan desplegarse y recuperarse sin dificultad cuando las pistas no puedan estar disponibles. Es también deseable para los aparatos UAV el poder incluir medios para el vuelo estacionario, en donde la vigilancia, localización o las actividades de comunicaciones podrían ser necesarias con un movimiento escaso o nulo de la aeronave con respecto al terreno. Bajo tales escenarios es deseable también que los aparatos UAV deberán ser capaces de realizar la transición a una fase de vuelo eficiente hacia delante, y viceversa, de forma que la resistencia del vehículo no estuviera comprometida por las ineficiencias del vuelo durante las fases de VTOL, STOL, o vuelo estacionario. Bajo algunas circunstancias será ventajoso el despliegue de tales aeronaves UAV no solo desde tierra sino también desde la aeronave que pueda estar ya en vuelo, o bien desde vehículos terrenos que pudieran estar en movimiento, y en donde por tanto tales dispositivos UAV requerirían capacidades especiales con el fin de soportar las condiciones impuestas por tales envolventes del despliegue.

Los grandes vehículos UAV se utilizan a gran altitud, en escenarios de gran resistencia en donde se precisen funciones de reconocimiento o vigilancia o de generación de imágenes, con el fin de conseguir los objetivos de la misión. Bajo tales escenarios las características de resistencia del vehículo UAV llega a ser más importante que los aspectos de despegue o aterrizaje, en donde las relaciones de la sustentación con respecto a la resistencia aerodinámica tienen que ser altas, y con un nivel bajo de la masa, y en donde las relaciones de resistencia/peso tienen que ser altas. Se deduce de los principios aerodinámicos que la resistencia aerodinámica inducida puede minimizarse por el incremento de la relación de aspecto (AR) del ala, en donde:

$$AR = B^2/S$$

(B = envergadura; S = área del perfil plano proyectado)

el cual produce alas largas y delgadas en donde el rendimiento máximo tiene que estar equilibrado con las restricciones aeroelásticas, en donde las estructuras del ala tienen también que soportar otros esfuerzos inducidos durante un clima severo o bien en el despegue o aterrizaje. En consecuencia, tales aeronaves UAV requieren formas mejoradas del vehículo con el fin de suministrar un mejor rendimiento en los términos de durabilidad, o distancia, o eficiencia del combustible, o bien la capacidad de la carga útil.

En consecuencia es un objeto de esta invención el exponer un vehículo aéreo anular común que puede utilizarse eficientemente a través de una variedad de aplicaciones UAV, incluyendo las basadas en vehículos de miniatura y ágiles, y en vehículos de gran duración y de gran altitud, y en planeadores.

Es también otro objeto de esta invención el exponer una forma de vehículo aéreo anular común (según lo definido por las características de la reivindicación 1), y un método de funcionamiento del vehículo (según lo definido por las características de la reivindicación 14) que pueden utilizarse eficientemente a través de una variedad de aplicaciones de aviones tripulados, incluyendo los basados en planeadores, de tránsito ligero, tránsito pesado y aviones de pasajeros.

El documento US-A-5595358 describe un vehiculo aerotransportado con un fuselaje en forma de anillo, y con unidades de rotores de sustentación dispuestas a lo largo del perímetro del anillo con todas las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 Un primer aspecto de la presente invención proporciona un vehiculo aerotransportado que tiene un ala-fuselaje que define un eje de ala-fuselaje y que aparece substancialmente anular cuando se observa a lo largo del eje del ala-fuselaje, en donde el interior de la corona define un conducto que está abierto en ambos extremos; y un sistema de propulsión que comprende uno o más pares de dispositivos de propulsión, en donde cada par comprende un primer dispositivo de propulsión montado en el ala-fuselaje y posicionado sobre un primer lado de un plano que incluye el eje del ala-fuselaje, y un segundo dispositivo de propulsión que está montado en el ala-fuselaje, posicionado sobre un segundo lado del plano, incluyendo el eje del ala-fuselaje, y operativo en forma independiente del primer dispositivo de propulsión, en donde una dirección del empuje del primer dispositivo de propulsión puede ajustarse independientemente de la dirección del empuje del segundo dispositivo de propulsión.

15 Una dirección del empuje del primer dispositivo de propulsión puede ajustarse en forma independiente de la dirección del empuje del segundo dispositivo de propulsión, por ejemplo mediante la rotación del dispositivo de propulsión. Alternativamente, cada dispositivo de propulsión comprende un generador de empuje y una pluralidad de conductos dispuestos para recibir el gas de propulsión del generador de empuje, y la dirección de empuje de cada dispositivo de empuje de cada dispositivo de propulsión puede ajustarse en forma independiente de la dirección de empuje del otro dispositivo de propulsión mediante el ajuste del flujo del gas de propulsión en los conductos. En este caso típicamente cada conducto está contenido dentro del ala-fuselaje y al menos algunos de los conductos tienen una entrada y una salida en el ala-fuselaje.

20 En ciertos aspectos un vector de empuje de cada dispositivo de propulsión puede ajustarse entre una primera configuración en la cual los vectores de empuje están co-dirigidos, y una segunda configuración en la cual los vectores de empuje están dirigidos en forma opuesta entre sí.

25 En un aspecto de la invención, una magnitud del empuje del primer dispositivo de propulsión puede ajustarse independientemente de la magnitud del empuje del segundo dispositivo de propulsión, pero no la dirección del empuje.

30 Así pues, en términos generales, los dispositivos de propulsión son operativos independientemente en el sentido de que cualquiera de las direcciones de empuje del primer dispositivo de propulsión pueden ajustarse independientemente de la dirección del empuje del segundo dispositivo de propulsión; o bien una magnitud del empuje del primer dispositivo de propulsión puede ajustarse independientemente de la magnitud de empuje del segundo dispositivo de propulsión; o ambas cosas.

Preferiblemente, está provisto un dispositivo de controlador el cual está configurado para operar independientemente los dispositivos de propulsión mediante la emisión de las señales de control respectivas a los dispositivos de propulsión.

35 Preferiblemente, el ala-fuselaje aparece en forma de flecha hacia delante al observarse desde un primer ángulo de visión, y en forma de flecha hacia atrás al observarse desde una segunda posición de observación en ángulo recto con el primer ángulo de observación.

Esta configuración de doble flecha proporciona varias ventajas:

- 40 • permite que el centro de gravedad del vehiculo anular pueda estar separado con facilidad desde su centro de presión, y proporciona por tanto una mejor estática y márgenes dinámicos en la estabilidad de cabeceo;
- las fuerzas aerostáticas que por otra parte someterían a las alas en flecha hacia delante de forma plana convencional a una tensión excesiva o con cargas fluctuantes quedarían reforzadas realmente y amortiguadas por la estructura anular flexible del ala-fuselaje;
- 45 • el elemento del ala en flecha hacia delante hace que el vehiculo sea más tolerante los relativamente altos ángulos de ataque, con una susceptibilidad inferior a las pérdidas de estabilidad, lo cual es importante al ejecutar aterrizajes, despegues o bien otras maniobras;
- el elemento de las alas en flecha hacia delante mejora las relaciones de la sustentación ascensional con respecto a la resistencia aerodinámica bajo ciertas circunstancias.

Preferiblemente, el ala-fuselaje tiene un borde delantero con dos o más morros, y un borde posterior con dos o más colas, las cuales pueden desplazarse rotacionalmente en relación con los morros (por ejemplo 90 grados).

5 Típicamente al menos una parte del borde delantero y/o de cola del ala-fuselaje sigue una curva substancialmente helicoidal.

Preferiblemente el ala-fuselaje soporta al menos un timón sobre su lado izquierdo y al menos un timón sobre su lado derecho.

En algunos aspectos el ala-fuselaje soporta dos o más timones en su lado derecho, y el ala-fuselaje está formado con una ranura entre cada par adyacente de timones.

10 Preferiblemente el ala-fuselaje tiene un área S de plataforma proyectada, y un diámetro B exterior máximo normal al eje del ala-fuselaje, y en donde la relación de B^2/S es mayor de 0,5. El ala-fuselaje de un diámetro relativamente grande permite que un conjunto de dos o más sensores puedan estar bien espaciados entre sí sobre el ala-fuselaje, proporcionando una línea de base grande de sensores. De esta forma la agudeza efectiva del conjunto de sensores se incrementa en proporción a la longitud de la línea de base de los sensores. Así mismo, la
15 relación B^2/S relativamente alta proporciona una relación alta de la sustentación ascensional con respecto a la resistencia aerodinámica, permitiendo que el vehículo pueda funcionar eficientemente como un planeador.

El conducto puede estar totalmente cerrado a lo largo de todo o una parte de su longitud, o bien parcialmente abierto con una ranura que discurre a lo largo de su longitud. El conducto puede incluir también unas ranuras o aberturas para ayudar o modificar su rendimiento aerodinámico bajo ciertas condiciones del rendimiento operativo.
20

Se describirán a continuación los distintos aspectos a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la figura 1a es una vista frontal de un primer vehículo propulsado;

25 la figura 1b es una sección transversal del lado derecho del vehículo tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea A-A en la figura 1;

la figura 1c es una sección transversal del lado derecho de un segundo vehículo propulsado, en donde sus propulsores están localizados dentro de mitad delantera del conducto;

30 la figura 2a es una sección transversal del lado derecho de un tercer vehículo propulsado tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea B-B en la figura 2b, en donde sus propulsores están localizados dentro de la mitad posterior del conducto;

la figura 2b es una vista en planta del tercer vehículo propulsado;

la figura 2c es una sección transversal del lado derecho de un cuarto vehículo propulsado tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea C-C en la figura 2d, en donde sus propulsores están localizados dentro de la mitad delantera del conducto;

35 la figura 2d es una vista en planta del cuarto vehículo propulsado;

la figura 3a es una vista frontal del cuarto vehículo propulsado con sus propulsores en una configuración de empuje ascendente;

la figura 3b es una sección transversal de lado derecho del cuarto vehículo propulsado tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea D-D en la figura 3a;

40 la figura 3c es una vista frontal del cuarto vehículo propulsado con sus propulsores en una configuración de empuje rotatorio en sentido opuesto;

la figura 3d es una sección transversal del lado derecho del cuarto vehículo propulsado tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea D-D en la figura 3c;

45 la figura 4a es una vista frontal de un quinto vehículo propulsado con sus propulsores en una configuración de empuje hacia delante y localizadas por detrás de la mitad posterior del conducto;

la figura 4b es una sección transversal del lado derecho del quinto vehículo propulsado tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea E-E en la figura 4a;

la figura 4c es una vista en planta en sección transversal del quinto vehículo propulsado tomada a lo largo de una línea F-F en la figura 4a;

5 la figura 5a es una vista frontal de un sexto vehículo propulsado, con sus propulsores montados conforme en el interior del ala-fuselaje anular;

la figura 5b es una sección transversal del lado derecho del sexto vehículo propulsado tomada a lo largo de una línea G-G en la figura 5a;

la figura 5c es una vista posterior del vehículo de la figura 5a;

10 la figura 5d es una vista del lado inferior del vehículo de la figura 5a;

la figura 6a es una vista frontal de un planeador;

la figura 6b es una sección transversal del lado derecho del planeador tomada a lo largo del eje del ala-fuselaje y a lo largo de una línea H-H en la figura 6a;

la figura 6c es una vista en planta del planeador;

15 la figura 7a es una vista frontal de un séptimo vehículo propulsado;

la figura 7b es una vista lateral del vehículo de la figura 7a; y

la figura 7c es una vista en planta del vehículo de la figura 7a.

20 Con referencia a las figuras 1a y 1b, un vehículo aerotransportado 1 tiene una ala-fuselaje exterior 2, el cual se ha desarrollado a partir de un perfil de ala aerodinámica de flujo laminar (mostrado en la figura 1b) como un cuerpo de revolución alrededor de un eje 3 de un ala-fuselaje. Por tanto, el ala-fuselaje 2 exterior aparece como anular al ser visto a lo largo del eje del ala-fuselaje tal como se muestra en la figura 1a. Una pared interior 4 de la corona define un conducto 5 el cual está abierto y en popa, de forma que el aire circule a través del conducto conforme el vehículo se desplace a través del aire, generando una sustentación ascensional aerodinámica por el flujo de fluido diferencial a través de las superficies superiores e inferiores del perfil aerodinámico, el cual en este ejemplo surge cuando el eje de la corona mantiene un ángulo de incidencia con respecto a su trayectoria.

25 Tal como se muestra en la figura 1b, el perfil aerodinámico se estrecha hacia fuera gradualmente desde un extremo de un morro estrecho 6 hacia un punto 7 más ancho, y a continuación se estrecha hacia dentro más rápidamente hacia un extremo de la cola 8. En esta realización en particular el punto más ancho 7 está posicionado aproximadamente a los dos tercios de su distancia entre los extremos del morro y la cola. La sección del perfil aerodinámico en particular tal como se ha descrito tiene unas superficies superiores e inferiores simétricas, lo cual en este ejemplo proporciona una resistencia aerodinámica baja mínima bajo las condiciones de crucero, y que pueden modificarse en las variantes de este y otros vehículos con el fin de modificar los coeficientes de fuerza ascensional, resistencia aerodinámica y el momento de cabeceo para adecuarse a la misión en particular y al régimen del flujo del fluido, tal como se determine por el rango relevante de los números de Reynolds.

35 El par de propulsores 9, 10 están montados simétricamente en lados opuestos de un plano vertical que contiene el eje 3 del ala-fuselaje. En esta realización en particular los propulsores se muestran como motores ventiladores eléctricos configurados en conductos que comprenden los propulsores 11, 12 (o impulsores o turbinas), que están montados sobre unos ejes 13, 14 de soporte en forma de L, los cuales a su vez están montados en el ala-fuselaje en línea con el punto 7 más ancho, tal como se muestra en la figura 1b. Los propulsores están montados dentro de los blindajes 15, 16, de forma tal que su eficiencia se incremente dentro de una proporción de la envolvente operativa del motor. Cada eje en forma de L está montado pivotalmente en el ala-fuselaje, de forma que pueda rotar independientemente del otro eje en 360 grados con respecto al ala-fuselaje alrededor de un eje paralelo al eje de cabeceo del vehículo, proporcionando así una propulsión de empuje vectorial. Tanto el blindaje como el eje en forma de L tienen una sección de perfil aerodinámico que utiliza una relación entre la longitud de la cuerda y una altura similar a la descrita para el ala-fuselaje exterior, en donde la relación óptima entre la altura y la cuerda se determina de nuevo por el régimen del flujo del fluido relativo tal como se ha descrito por el número relevante de Reynolds para estos elementos. Así por ejemplo, los propulsores 9, 10 pueden rotar entre la configuración co-direccionada mostrada en las figuras 1a y 1b, en donde proporcionan una fuerza de empuje para propulsar el vehículo hacia delante y a lo largo del eje del ala-fuselaje, hacia una configuración de contra-dirección (no mostrada) en donde se haga que el vehículo pueda rotar continuamente alrededor del eje del ala-fuselaje.

El vehículo utiliza cuatro motores operativos independientemente (no mostrados) dentro de su sistema de propulsión: dos motores eléctricos de CC (corriente continua sin escobillas para accionar los propulsores, y dos motores eléctricos de CC (corriente continua) sin escobillas para el accionamiento de los ejes de soporte en forma de L sobre los cuales se montan los motores propulsores, en donde se utiliza un mecanismo de reducción de engranajes motrices de torno sin fin, para transferir la fuerza motriz y las cargas entre el motor y los ejes en forma de L. Pueden utilizarse tipos alternativos de motores tales como los motores por pasos para el último esquema, en tanto que las cargas operativas sean compatibles con las especificaciones de los motores. De forma similar los tipos de motores alternativos pueden adoptarse para los propulsores, incluyendo los motores de combustión interna, turbinas de gas o los motores de combustible sólido.

Los propulsores de empujes sectorizados proporcionan los medios para el movimiento a lo largo del eje del ala-fuselaje, bien para el movimiento hacia delante o para atrás, y con la rotación alrededor del eje del ala-fuselaje, y con el cabeceo o guiñada alrededor del centro de gravedad del vehículo (CofG), el cual en esta realización está localizado por debajo del eje del ala-fuselaje, por encima de la sección anular inferior, dentro de un plano vertical que contiene el eje del ala-fuselaje, y aproximadamente en el 15% al 23% de la longitud de la cuerda cuando se mida desde el morro. Tal como se ha descrito anteriormente, está claro que los dos propulsores pueden estar en sentidos opuestos don el fin de inducir a la rotación del vehículo. Los dos propulsores pueden estar también co-direccionados. Por ejemplo, cuando ambos están dirigidos hacia abajo, de forma que sus vectores de empuje estén situados por encima del centro de gravedad (CofG), entonces el vehículo cabeceará el morro hacia abajo. De forma similar, cuando los dos propulsores están dirigidos hacia arriba de forma que su vector de empuje se sitúe por debajo del centro de gravedad CofG, entonces el vehículo realizará un cabeceo con el morro hacia arriba. Está claro también que al variar los grados del cabeceo de propulsión en relación con el vehículo y entre sí puede utilizarse para conseguir el cabeceo, balanceo y guiñada del vehículo. La guiñada puede también inducirse por la aplicación del empuje diferencial cuando se adopte unos regímenes de revoluciones diferenciales del propulsor. Así pues, se puede observar que el vehículo es capaz de bajar en picado, girar, balancear y ascender bajo su propio control autónomo, puesto que el vehículo incluye también un dispositivo controlador, el cual incluye medios para medir las aceleraciones lineales en tres ejes ortogonales, y las aceleraciones angulares en tres ejes ortogonales, y unos métodos de procesamiento para calcular las exigencias de control que deberán suministrarse al sistema de propulsión.

Así pues, la dirección del empuje del propulsor 9 puede ajustarse por el dispositivo de control independientemente de la dirección del empuje del propulsor 10 mediante la emisión de señales de control a los motores eléctricos que accionan los ejes de soporte en forma de L. Así mismo, la magnitud del empuje del propulsor 9 puede ajustarse por el dispositivo controlador independientemente de la magnitud del empuje del propulsor 10 mediante la emisión de señales a los motores eléctricos que accionan a los propulsores.

El vehículo tiene un alto grado de maniobrabilidad, puesto que su propulsión vectorizada del empuje puede disponerse para regímenes de alto nivel de giro bajo control dinámico. Esta claro también que el vehículo tiene un alto grado de estabilidad. En el primer caso cuando el movimiento se encuentra a lo largo del eje del ala-fuselaje, entonces pueden conseguirse unas velocidades relativamente altas con propulsores contra-rotatorios que cancelan el par motor inducido, mientras que los propulsores contra-dirigido proporcionan una estabilidad de balanceo adicional. En el segundo caso, en que es inducido el movimiento de giro alrededor del eje del ala-fuselaje, entonces el momento angular se incrementa y de nuevo se vuelve a incrementar la estabilidad del vehículo, en donde esto puede medirse como una reducción en la altitud del vehículo o en los errores de posición al estar sometido a fuerzas exteriores.

Una ventaja significativa proporcionada por este sistema de propulsión es la provisión de un control de aptitud efectiva a bajas velocidades, cuando las superficies de control alternativas serian mucho menos efectivas. Se deduce por tanto que las exigencias grandes de vectores de empuje pueden utilizarse con efectividad a bajas velocidades, y durante el lanzamiento o recuperación, o bien el despegue y aterrizaje, mientras que las demandas de los vectores bajos de empuje podrían satisfacer la mayor parte de las demandas de la envolvente del rendimiento al desplazarse a velocidad. Otra ventaja significativa de esta configuración es la facilidad relativa con la que el vehículo puede realizar la transición desde el lanzamiento al tránsito hacia delante, o bien en vuelo estacionario, o VTOL/STOL, y viceversa. Una ventaja significativa adicional de esta configuración es la característica de la baja resistencia aerodinámica del conjunto ala-fuselaje anular, el cual preferiblemente permite el tránsito a alta velocidad en el vuelo normal hacia delante.

El morro del vehículo soporta un par de cámaras de video 17, 18 para evitar las colisiones y para las aplicaciones de las imágenes. El diámetro relativamente grande del conjunto ala-fuselaje permite a las cámaras poder estar bien separadas, proporcionando así una línea de base larga y estereoscópica, que proporciona una estimación precisa de las distancias por la medida del paralaje entre los objetos localizados dentro de ambos campos de visión de las cámaras. Un transmisor ultrasónico 20 y dos receptores 21, 22 están provistos para la producción de imágenes acústicas y para la detección. De nuevo, la amplia línea de base es una ventaja puesto que la localización de precisión puede mejorarse por el tiempo diferencial del procesamiento del vuelo entre los receptores independientes. El conjunto ala-fuselaje exterior 2 contiene un espacio interior que puede verse en la

figura 1a. Este conjunto de ala-fuselaje exterior está fabricado preferencialmente a partir de un material compuesto rígido utilizando cristal o filamentos de fibra de carbono alternativamente entre capas de resina de epoxia. Alternativamente, podría moldearse un conjunto de ala-fuselaje menos flexible y más económico, a partir de un polímero duro tal como el poliuretano o un polietileno de alta densidad. Bajo ciertas condiciones en donde es de capital importancia la reducción de la masa, entonces el conjunto la envoltura de ala-fuselaje podría formarse en su lugar a partir de una película dura de polímero tal como el Mylar. Es posible también el poder fabricar el conjunto de ala-fuselaje exterior a partir de aluminio, si el conjunto de ala-fuselaje tiene que presurizarse. El espacio interior puede estar presurizado, y alberga un par de paquetes de baterías 21, 22, un par de sensores de cola 23, 24, y cuatro vasijas toroidales 25-28 separadas entre sí a lo largo del eje del conjunto ala-fuselaje. Las vasijas pueden contener los sistemas electrónicos del vehículo, algunos elementos del sub-sistema de propulsión y otras unidades, estando unidas por unos puntales axiales o trilaterales (no mostrados) que compartirían los métodos de construcción adoptados para las vasijas toroidales. En esta realización en particular, las vasijas toroidales se fabrican preferencialmente a partir de materiales compuestos rígidos utilizando vidrio o filamentos de carbono bobinados helicoidalmente alrededor del toroide y laminados alternativamente entre las capas de resina de epoxia. Alternativamente, las vasijas toroidales pueden fabricarse a partir de un grado adecuado de metal, tal como el aluminio, acero inoxidable o galvanizado, o bien titanio. Las estructuras toroidales y anulares expuestas aquí están diseñadas para proporcionar una resiliencia aeroelástica superior alrededor del conjunto de ala-fuselaje, de forma que la masa pueda reducirse realmente y con seguridad sin el riesgo de cargar o concentrar los esfuerzos principales en cualquier sección de la corona anular.

La relación de aspecto (AR) del conjunto de ala-fuselaje anular se define como sigue:

$$AR = 2B^2/S$$

en donde B es la envergadura del conjunto de ala-fuselaje (definida por el diámetro exterior máximo del conjunto de ala-fuselaje) y en donde S es el área de forma plana proyectada.

En el vehículo de la figura 1a, el valor de AR es aproximadamente de 2, aunque este número puede ser modificado en otras realizaciones en donde la aplicación puede exigir otras relaciones de aspecto. Es evidente que la forma del vehículo puede ajustarse por una simple variación de su diámetro toroidal para reflejar unos vehículos en donde la relación de aspecto sea baja, o para reflejar unos vehículos anchos en donde la relación de aspecto sea alta. En cualquier caso, pueden obtenerse ventajas bajo ciertas circunstancias, puesto que los coeficientes relativamente altos de sustentación ascensional pueden conseguirse utilizando una forma toroidal con una relación de aspecto baja, mientras que pueden conseguirse unas relaciones óptimas de la pendiente de planeo, o bien unas relaciones equivalentes de sustentación ascensional con respecto a la resistencia aerodinámica, utilizando una forma toroidal con una relación de aspecto alta.

En la realización de las figuras 1a y 1b, los dispositivos de propulsión están montados hacia la cola del vehículo, que corresponde hacia el lado derecho de la figura 1b.

En la segunda realización mostrada en la figura 1c los dispositivos de propulsión están montados hacia el morro del vehículo, es decir hacia el lado izquierdo de la figura 1c. La vista frontal del vehículo de la figura 1c es idéntica a la del vehículo de la figura 1b.

Se muestra en las figuras 2a y 2b un vehículo con las alas en flecha. La vista frontal del vehículo de las figuras 2a y 2b es idéntica a la del vehículo de la figura 1b.

El borde frontal del conjunto ala-fuselaje del vehículo describe una forma de curva helicoidal alrededor de un cuadrante de la circunferencia del ala-fuselaje, en donde dicho propulsor subtiende un ángulo $+\theta$ con una línea vertical 3_y perpendicular al eje 3 del ala-fuselaje, al observarse en alzado tal como se muestra en la figura 2a. Esta curva helicoidal se utiliza en forma idéntica alrededor del tercer cuadrante de la circunferencia del borde frontal del conjunto ala-fuselaje, mientras que su imagen especular se utiliza para formar el segundo y tercer cuadrantes del borde frontal. Los cuatro elementos helicoidales están unidos, de forma que el borde frontal forme un galón doble cerrado que se extiende alrededor de la circunferencia delantera del conjunto ala-fuselaje. Dentro de esta realización en particular, el borde de cola forma un galón doble cerrado idéntico el cual es trasladado a lo largo del eje 2 por la longitud de la cuerda del perfil aerodinámico. En otras realizaciones, la relación entre los galones dobles de cola puede modificarse, por ejemplo para variar la relación entre la sustentación ortogonal y las superficies de estabilización del timón.

De forma similar el borde frontal del conjunto de ala-fuselaje del vehículo subtiende un ángulo positivo (no etiquetado) con la línea 3_y . Así pues, debido a que la línea de la cuerda media del ala-fuselaje (es decir, una línea en el punto medio entre los bordes frontal y de cola) subtiende un ángulo positivo con la línea 3_y o bien ambos lados de los lados superior e inferior del ala-fuselaje, aparecen como alas en flecha hacia atrás al observarse en alzado. Por el contrario, el borde frontal del ala-fuselaje del vehículo subtiende un ángulo $-\theta$ con una línea

horizontal 3_x perpendicular al eje 3 del ala-fuselaje, al observarse en planta tal como se muestra en la figura 2b. De forma similar, el borde 31 de cola del ala-fuselaje subtiende un ángulo negativo (no etiquetado) con la línea 3_x . Así pues, debido a que la línea de la cuerda media del ala-fuselaje (es decir, una línea en el punto medio entre los bordes frontal y de cola) subtiende un ángulo negativo con la línea 3_x en ambos lados izquierdo y derecho del ala-fuselaje, el ala-fuselaje aparece como en ala en flecha hacia delante al observarse en planta.

El ángulo δ de barrido está descrito en la figura 7c (y está etiquetado también con el numeral (69) bajo una realización alternativa) y puede variar entre 0 y 60° , y de 0 a -60° , en donde δ se define como el ángulo subtendido por el propulsor H_{xy} (es decir, la línea de la cuerda media del ala-fuselaje) y cualquier plano que se sitúa normal al eje del conjunto de ala-fuselaje anular, y en donde H_{xy} se transcribe por la línea de la cuerda media alrededor del ala-fuselaje anular, y en donde δ está restringido por el desplazamiento axial $t1$ entre las dos cuerdas cuyos planos tangentes son verticales (es decir, lados izquierdo y derecho) en relación con las cuerdas cuyos planos tangenciales son horizontales (es decir, secciones superior e inferior). En este ejemplo y otras realizaciones el valor medio de δ puede determinarse dentro de cada uno de los cuatro cuadrantes limitados por dos planos ortogonales que coinciden con el eje 3 del ala-fuselaje, y en cuyos límites δ llega a ser cero. El desplazamiento axial $t1$ es mayor o igual a $0,1$ veces la cuerda de la corona angular. Estas relaciones están descritas de nuevo en la figura 7c.

En la realización de las figuras 2a y 2b, los dispositivos de propulsión están montados hacia la cola del vehículo, es decir, hacia el lado derecho de las figuras 2a y 2b. En la realización mostrada en las figuras 2c y 2d los dispositivos de propulsión están montados hacia el morro del vehículo, es decir, hacia el lado izquierdo de las figuras 2c y 2d. La vista frontal del vehículo de las figuras 2c y 2d es idéntica a la del vehículo de la figura 1b.

Las figuras 3a y 3b ilustran el vehículo de las figuras 2c y 2d con sus propulsores en una configuración vertical del empuje, y las figuras 3c y 3d ilustran el vehículo de las figuras 2c y 2d con sus propulsores en una configuración de empuje de rotación en sentido opuesto.

Las figuras 4a-4c muestran una variante del vehículo de las figuras 2a y 2b. Mientras que el conjunto de ala-fuselaje en el vehículo de las figuras 2a y 2b tiene alas en flecha al verse en planta, el conjunto de ala-fuselaje en las figuras 4a-4c es de alas en flecha hacia atrás al verse en planta. En esta configuración, los márgenes de estabilidad de los cabeceos dinámicos y estáticos se reducen en comparación con el esquema de ala-fuselaje descrito en la figura 2, aunque los propulsores tienen un mayores grados de libertad en el control vectorial del empuje con menor interferencia para los flujos de los fluidos de la superficie de sustentación ascensional. Como consecuencia, este esquema ofrece unas mejoras adicionales en la agilidad del vehículo.

La figura 5a es una vista frontal de un sexto vehículo propulsado, que utiliza un sistema de propulsión adaptable. Un propulsor de estribor 40 está montado en la abertura de entrada 44 de un conducto 42 principal de estribor, el cual discurre a lo largo del lado de estribor del casco hacia una abertura de salida principal 45, y un propulsor de babor 41 está montado en la abertura de entrada de un conducto principal de babor 43, que discurre a lo largo del lado de babor del casco hacia una abertura de salida principal (no mostrada).

La red de conductos del sistema de propulsión es simétrica, de forma que solo los elementos de estribor se describirán con detalles con referencia a la figura 5b. El conducto principal 42 de estribor está acoplado a un conducto frontal 46 en una entrada 47, y a un conducto posterior 48 en la entrada 49. El conducto frontal 46 tiene un babor y estribor por debajo de las aberturas de salida 52, 50, en el lado inferior del casco, y el conducto 48 posterior tiene un babor y estribor por debajo de las aberturas de salida 53, 51, en el lado inferior del casco.

El conducto 43 principal de babor está también acoplado a los conductos 46, 48 por medio de entradas (no mostradas) en el lado de babor del vehículo, similares a las entradas 47, 49.

Se observará que todos los conductos escritos anteriormente están contenidos dentro del conjunto de ala-fuselaje anular.

Las válvulas (tales como las válvulas de mariposa o las válvulas de placa deslizante) están provistas en las entradas 47, 49 (y las entradas equivalentes en el lado de babor del vehículo), en las aberturas 50-53 de salida inferiores, en la abertura 45 de salida principal 45 (y la abertura de salida principal equivalente en el lado de babor del vehículo), y en los conductos 46, 48 delantero y posterior entre las aberturas de salida inferiores de babor y estribor. Las válvulas pueden abrirse y cerrarse digitalmente por un control de modulación de impulsos de anchura.

Las válvulas pueden ser operadas independientemente para ajustar el flujo del gas de propulsión en los conductos, y por tanto ajustar la magnitud y la dirección del empuje generado por los sistemas de propulsión de babor y estribor. Por ejemplo, el empuje frontal puede conseguirse por el cierre de las válvulas en las entradas 47, 49 (y las entradas equivalentes en el lado de babor del vehículo), y abriendo las válvulas en las aberturas de salida principales de babor y estribor. Las fases de VTOL, STOL, y vuelo estacionario pueden conseguirse por el cierre

(total o parcialmente) de las válvulas en las aberturas de salida principales de estribor, y abriendo todas las demás válvulas.

5 Las aberturas de salidas inferiores 50-53 están dispuestas para abarcar un eje vertical que localiza el centro de gravedad (CofG) del vehículo dentro de un cuadro horizontal de referencia. En consecuencia, durante las fases de VTOL, STOL o de vuelo estacionario, los propulsores, motores, conductos, y válvulas, pueden controlarse por un dispositivo adecuado, de forma que el empuje pueda ser ajustado entre las cuatro aberturas 50-53 de una forma tal que la aptitud y las aceleraciones y velocidades resultantes del vehículo puedan ser controladas con precisión. Este dispositivo del controlador está descrito anteriormente para las primeras variantes de este conjunto de ala-fuselaje anular. Una vez más, la realización está descrita en particular con motores ventiladores eléctricos con conducciones, 10 aunque éstos pueden ser reemplazados por motores alternativos incluyendo los motores de combustión interna, turbinas de gas, o bien motores de propelente sólido.

15 En las figuras 6a-c se muestra un vehículo planeador. El conjunto de ala-fuselaje del vehículo tiene una construcción anular tal como se muestra en la figura 6a, y adopta una forma de alas en flecha hacia delante, similar al ala-fuselaje de las figuras 2a y 2b. El ala-fuselaje utiliza una construcción similar, y alberga varios sensores, paquetes de baterías, y vasijas toroidales en común con los vehículos mostrados en las figuras 1-4.

20 Debido a que el planeador no tiene dispositivos de propulsión, tiene una forma exterior adaptable totalmente sin superestructura dentro del conducto o proyectándose desde el exterior del vehículo, aparte de sus dos elevadores 32, 33 y dos timones 30, 31, los cuales son adaptables y montados ortogonalmente alrededor de la parte posterior del ala-fuselaje. Los elevadores y los timones están fijados al ala-fuselaje por mecanismos de enlace que proporcionan la rotación dentro de los arcos de $\pm 30^\circ$. Los elevadores y los timones están controlados por mecanismos de accionamiento sin fin, tal como están expuestos para los controles del propulsor en las figuras 1 a 5.

25 Las figuras 7a-7c muestran un vehículo propulsado de acuerdo con una realización adicional de la invención. Tal como se describe para los vehículos expuestos en las figuras 2 a 6, esta realización en particular del ala-fuselaje anular incluye también alas en flecha, y en particular unas alas en flecha simétrica doble tal como se expuso para los vehículos descritos en la figura 2, y en donde solo en esta realización el ángulo de la flecha δ 69 es de aproximadamente 21 grados.

30 El vehículo tiene un sistema de propulsión gemelo 70, 71 similar al mostrado en las figuras 2a/2b aunque en esta realización en particular los motores están montados sobre la mitad inferior de la corona anular. Así mismo, en contraste con el sistema de propulsión de las figuras 2a/2b (en donde la dirección y la magnitud del empuje de cada dispositivo de propulsión puede ajustarse en forma independiente de la dirección y magnitud del empuje del otro dispositivo de propulsión) los elementos de actuación del control vectorial no están incluidos en la realización de las figuras 7a-7c, en este caso solo la magnitud del empuje de cada dispositivo de propulsión puede ajustarse independientemente de la magnitud del empuje del otro dispositivo de propulsión, y no la dirección del empuje (aparte de la conmutación entre los modos de hacia delante y hacia atrás). Se observará también que en una 35 realización adicional (no mostrada) el sistema de propulsión de las figuras 2a/2b puede instalarse en el vehículo de las figuras 7a-7c.

40 La posición de los motores alrededor de la corona anular puede ajustarse simétricamente alrededor del plano vertical que contiene el eje del ala-fuselaje, en donde los vectores de empuje absolutos necesitarían alinearse para encajar mejor el rango de los regímenes de vuelo perseguidos. Los elevadores 74, 75 y los alerones 72, 73 no están incluidos en la sección superior del ala-fuselaje alabeada, mientras que los elevadores 78, 79 y los alerones 76, 77 están incluidos en la sección inferior alabeada de la sección del ala-fuselaje inferior, y los timones 80 a 82 están incluidos en el lado izquierdo del ala-fuselaje, mientras que los timones 83 a 85 están incluidos en el lado derecho del ala-fuselaje. La forma de este vehículo anular está particularmente adaptada a plataformas de larga duración en donde se busca el poder minimizar la masa y poder maximizar la eficiencia operacional, y en donde la 45 agilidad operacional no sería lo prevaleciente. Una vez más de nuevo, la forma anular del conjunto ala-fuselaje busca el poder maximizar un amplio rango de criterios de rendimiento que incluyen la flexibilidad a la carga aeroelástica que llega a ser dominante cuando las relaciones de aspecto llegan a ser grandes.

50 En contraste con la corona anular circular mostrada en la figura 1a, la corona anular es más ancha que alta, tal como se muestra en la vista frontal de la figura 7a. En esta realización la relación entre la envergadura B y la cuerda es de 8 a 1, mientras que la envergadura B con respecto a la altura H del ala-fuselaje es de 5 a 1. La relación de aspecto en esta realización se deriva de:

$$AR = 2B^2/S$$

En donde $AR = 16$.

Esta relación de aspecto en particular está adecuada para operaciones de larga resistencia en donde se requerirá un vuelo eficiente de planeo.

5 El conjunto de ala-fuselaje está dispuesto con cuatro secciones alabeadas 94 a 97 unidas por cuatro
 elementos curvados 90 a 93 que proporcionen el arriostamiento estructural y el alojamiento de adaptación de los
 motores gemelos, combustible, baterías, tren de aterrizaje, sistemas de control, conjuntos de estiba y unidades de
 10 conjuntos de ala-fuselaje de las figuras 1 a 6, en donde las tecnologías de los materiales descritos para los anteriores
 extensivamente dentro de su estructura. De forma similar, los motores pueden estar basados en las tecnologías de
 ventiladores eléctricos, de combustión interna, de turbinas de gas en cualquier configuración de empuje o tracción,
 incrementadas por fuentes de energías híbridas incluyendo las tecnologías de las fuentes fotovoltaicas y células de
 combustible.

15 El vehículo del conjunto de ala-fuselaje tiene tres elementos 40 de tren de aterrizaje para proporcionar
 estabilidad durante las operaciones de despegue y aterrizaje. Dos elevadores y dos elementos de alerones 72 a 79
 se encuentran incluidos en cada una de las secciones superior e inferior del conjunto anular de ala-fuselaje, en
 donde el mecanismo de articulación que fija estos elementos es similar al expuesto para el vehículo descrito en la
 figura 6b, mientras que su mecanismo de control utiliza una transmisión de torno sin fin como el expuesto para los
 20 vehículos expuestos en las figuras 1 a 6. La pluralidad de elementos del timón 80 a 85 están dispuestos en
 cualquier lado vertical de la corona vertical, utilizando un mecanismo de articulación similar de nuevo al descrito en
 la figura 6b, y un mecanismo de control basado de nuevo en una transmisión de torno sin fin como el expuesto para
 los vehículos descritos en las figuras 1 a 6, conjuntamente con unas ranuras abocinadas 86 a 89 entre cada par
 adyacente de timones, los cuales proporcionan la separación longitudinal t_2 entre cada elemento del timón, en donde
 la relación S_r , entre la distancia de separación t_2 y la longitud de la cuerda media del elemento del timón C_{mr} puede
 variar entre 0,5 y 5, de forma tal que:

25

$$S_r = t_2/C_{mr}$$

30 y en donde la altura vertical H_{sr} subtendida por las ranuras puede variar entre 0,3 y 0,8 veces la altura H de la corona
 circular. Cada elemento del timón incorpora un perfil aerodinámico apropiado para asegurar un flujo suave
 aerodinámico a lo largo de sus superficies discretas, en donde el perfil aerodinámico preciso sería similar al
 adoptado para las demás secciones del cuerpo del ala-fuselaje, con ajustes que podrían ser necesarios para la
 variación del número de Reynold asociado con la reducción de la cuerda del timón.

35 En esta realización en particular se muestran tres elementos del timón 80 a 82 y 83 a 85 que se muestran
 en cada uno de los lados izquierdo y derecho del conjunto anular de ala-fuselaje, y dos ranuras abocinadas 86, 87 y
 88, 89 que se muestran también entre los elementos del timón en ambos lados izquierdo y derecho. Cada timón
 alberga una articulación de seguridad que se une a las secciones superior e inferior del conjunto de ala-fuselaje para
 asegurar la integridad estructural, y para permitir la rotación dentro de un arco prescrito alrededor de un eje vertical,
 en donde el arco estaría normalmente limitado a un valor inferior a $\pm 30^\circ$.

40 En esta realización del conjunto de ala-fuselaje la combinación de la corona anular, ranuras y múltiples
 timones sirven para minimizar la resistencia aerodinámica inducida, resistencia parásita, masa y efectos de flujo
 transversal para el conjunto global del vehículo anular de ala-fuselaje, proporcionando mientras tanto la estabilidad y
 el control en la guiñada.

45 La doble configuración del ala en flecha mejora también la capacidad del vuelo de planeo del conjunto
 anular de ala-fuselaje, en donde las relaciones de la sustentación con respecto a la resistencia se incrementan por
 la envergadura frontal real de las secciones superior e inferior alabeadas de sustentación del conjunto anular del ala-
 fuselaje.

50 La alta simetría rotacional de muchas de las formas del ala-fuselaje (tal como se ve a lo largo del eje del
 ala-fuselaje) aquí descrita proporciona otras ventajas en donde tiene que ser operado el vehículo en un modo
 continuo o transitorio de balanceo. No obstante, la invención cubre también otras realizaciones alternativas de la
 invención (no mostradas) que incluyen:

- las realizaciones en donde el conducto está dividido en dos o más conductos independientes mediante unas particiones adecuadas

- las realizaciones en las cuales el conjunto externo de ala-fuselaje define dos o más conductos independientes
- las realizaciones en las cuales el conjunto exterior de ala-fuselaje se deriva de un perfil aerodinámico como un cuerpo de revolución alrededor del eje del ala-fuselaje con un ángulo menor de 360° . En este caso, en lugar de estar cerrado, el conducto se abrirá parcialmente con una ranura que discurrirá a lo largo de su longitud. Haciendo que el ángulo sea mayor de 180 grados y preferiblemente cercano los 360 grados, el ala-fuselaje permanecerá substancialmente anular, con el fin de proporcionar una sustentación ascensional aerodinámica para cualquier ángulo de balanceo.

5

10

Los vehículos aéreos anulares descritos anteriormente consiguen unas mejoras significativas en el rendimiento global, al medirse a través de un amplio rango de los criterios del vehículo global, incluyendo las relaciones de la sustentación ascensional con respecto a la resistencia aerodinámica, agilidad, estabilidad, resistencia, lanzamiento y recuperación, despegue o aterrizaje, relaciones de potencia/peso, rendimiento del combustible, y resiliencia para la carga aeroelástica.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo aerotransportado que tiene un conjunto de ala-fuselaje (2) el cual define un eje de ala-fuselaje y que aparece como substancialmente anular al ser visto a lo largo del eje del conjunto de ala-fuselaje, en donde el interior de la corona anular define un conducto (5) que está abierto en ambos extremos; y un sistema de propulsión que comprende uno o más pares de dispositivos de propulsión (9, 10), en donde cada par comprende un primer dispositivo de propulsión (9) montado en el ala-fuselaje (2) y posicionado sobre un primer lado de un plano que incluye el eje del ala-fuselaje, y un segundo dispositivo (10) de propulsión, el cual está montado en el ala-fuselaje, posicionado en un segundo lado del plano que incluye el eje del conjunto de ala-fuselaje, y operativo en forma independiente del primer dispositivo de propulsión, caracterizado porque incluye medios (13, 14) de forma tal que la dirección de empuje del primer dispositivo de propulsión (9) puede ajustarse independientemente de la dirección del empuje del segundo dispositivo (10) de propulsión.
2. El vehículo de la reivindicación 1 en donde la dirección de empuje del primer dispositivo de propulsión puede ajustarse independientemente de la dirección de empuje del segundo dispositivo de propulsión por la rotación del dispositivo de propulsión.
3. El vehículo de la reivindicación 1, en donde cada dispositivo de propulsión comprende un generador de empuje y una pluralidad de conductos (42, 43) dispuestos para recibir el gas de propulsión del generador de empuje, y en donde la dirección de empuje del primer dispositivo de propulsión puede ajustarse independientemente de la dirección del empuje del segundo dispositivo de propulsión mediante el ajuste del flujo del gas de propulsión en los conductos.
4. El vehículo de la reivindicación 3 en donde cada conducto está contenido dentro del conjunto de ala-fuselaje.
5. El vehículo de cualquier reivindicación anterior, en donde un vector de empuje de cada dispositivo de propulsión puede ajustarse entre una primera configuración en la cual los vectores de empuje están co-dirigidos y una segunda configuración en la cual los vectores de empuje están contra-dirigidos.
6. El vehículo de cualquier reivindicación anterior en donde al menos una parte del ala-fuselaje es de forma de ala en flecha con respecto al eje del ala-fuselaje.
7. El vehículo de la reivindicación 6, en donde el conjunto de ala-fuselaje aparece como alas en flecha hacia delante al ser visto desde un primer ángulo, en forma de alas en flecha hacia atrás al observarse desde una segunda posición en ángulo recto con el primer ángulo de visión.
8. El vehículo de la reivindicación 7, en donde el conjunto ala-fuselaje exterior aparece como ala en flecha hacia delante al verse en alzado, y como ala en flecha hacia atrás al verse en planta.
9. El vehículo de cualquier reivindicación anterior en donde el primer dispositivo de propulsión (9) está posicionado sobre un primer lado de un plano vertical que incluye el eje del ala-fuselaje, y en donde el segundo dispositivo (10) de propulsión está posicionado sobre un segundo lado del plano vertical incluyendo el eje del ala-fuselaje.
10. El vehículo de cualquier reivindicación anterior que comprende además un dispositivo controlador que está configurado para operar independientemente los dispositivos de propulsión mediante la emisión respectiva de señales de control a los dispositivos de propulsión.
11. El vehículo de cualquier reivindicación anterior en donde el ala-fuselaje tiene un área S de la plataforma proyectada, y un diámetro B exterior máximo normal al eje del ala-fuselaje, y en donde la relación B^2/S es mayor de 0,5.
12. El vehículo de cualquier reivindicación anterior que comprende además tres o más elementos del tren de aterrizaje (40) para proporcionar estabilidad durante las operaciones de despegue y el aterrizaje.
13. El vehículo de cualquier reivindicación anterior, que comprende una fuente de energía albergada al menos parcialmente dentro del conjunto de ala-fuselaje exterior.
14. Un método de operación del vehículo en cualquier reivindicación anterior, en donde el método comprende el ajuste de una dirección de empuje del primer dispositivo de propulsión (9) independientemente de la dirección del empuje del segundo dispositivo de propulsión (10).

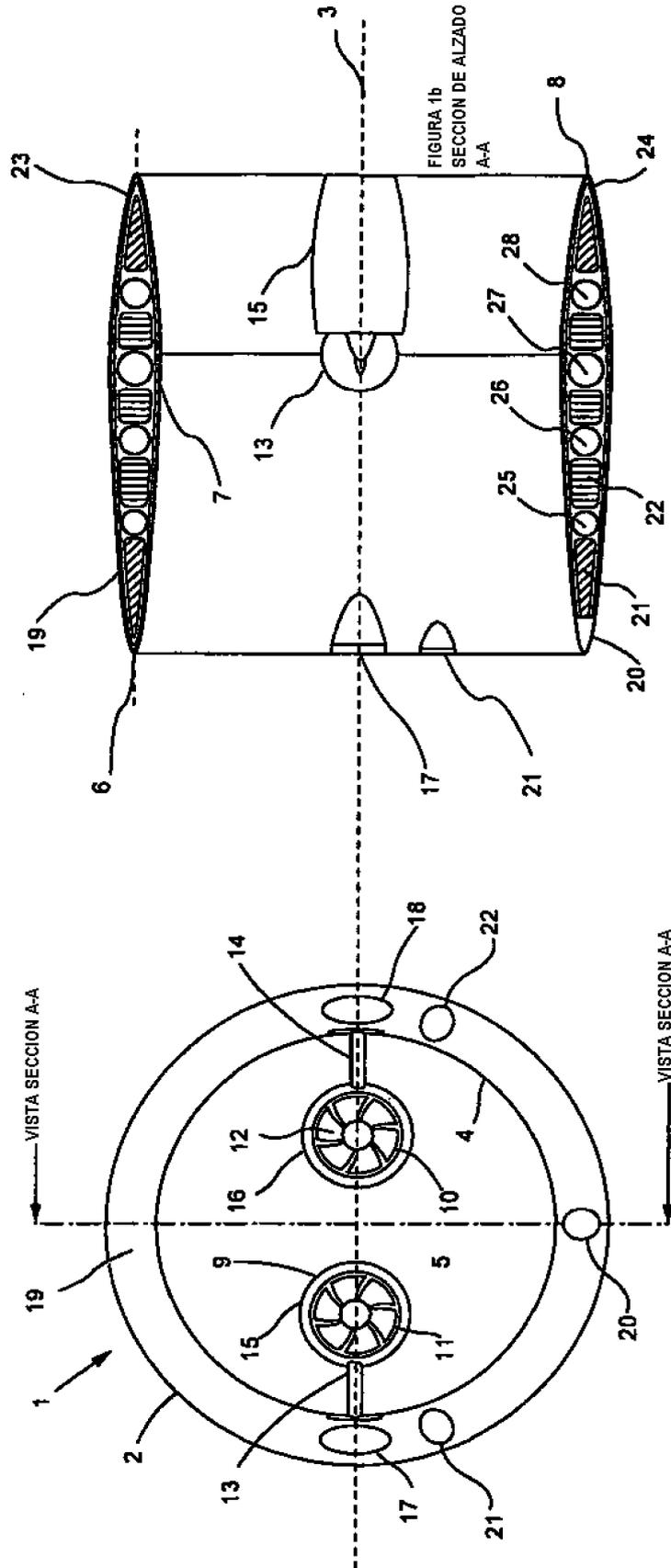


FIGURA 1a
FRONTAL

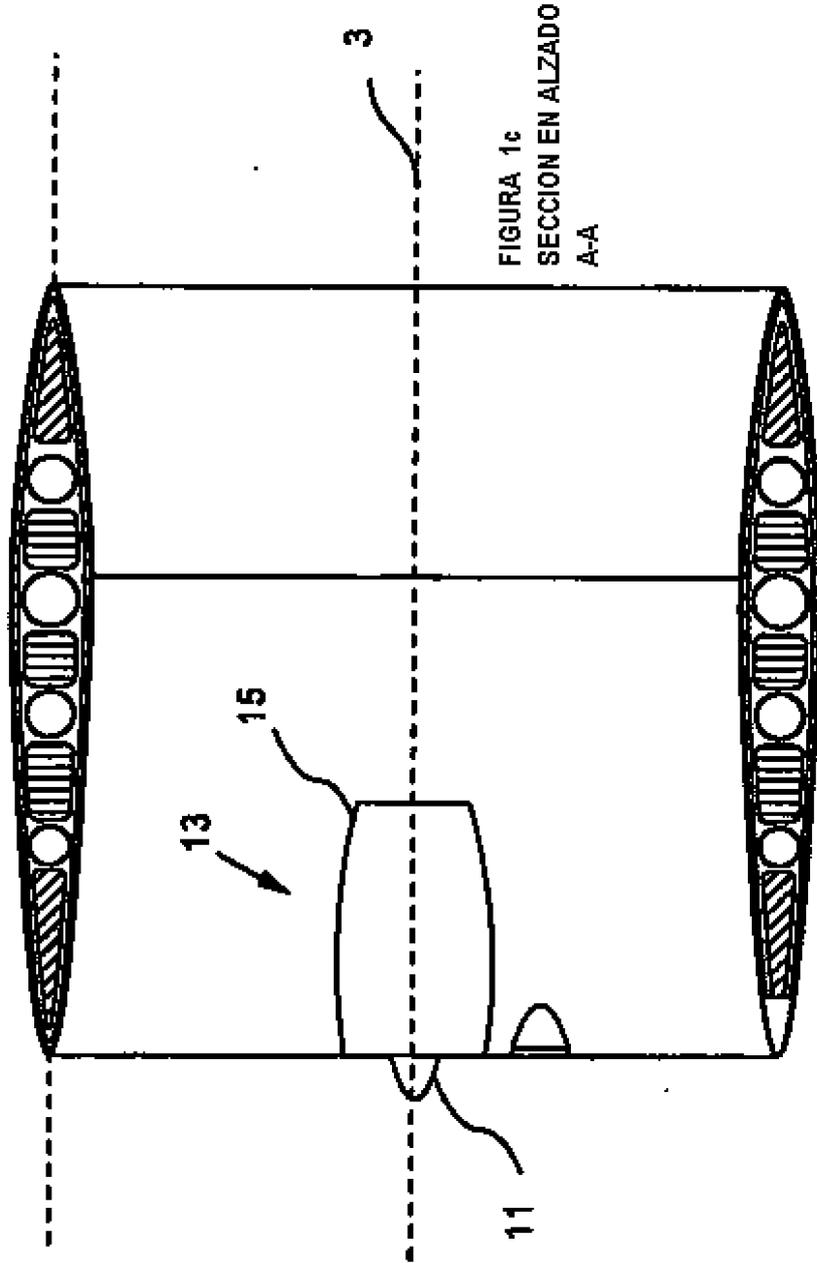


FIGURA 2a
SECCION EN ALZADO
B-B

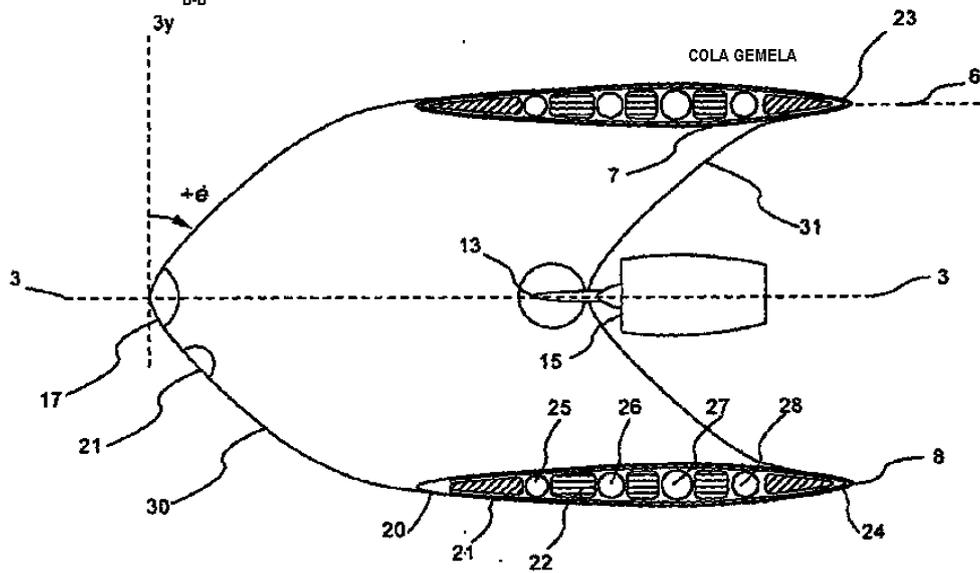
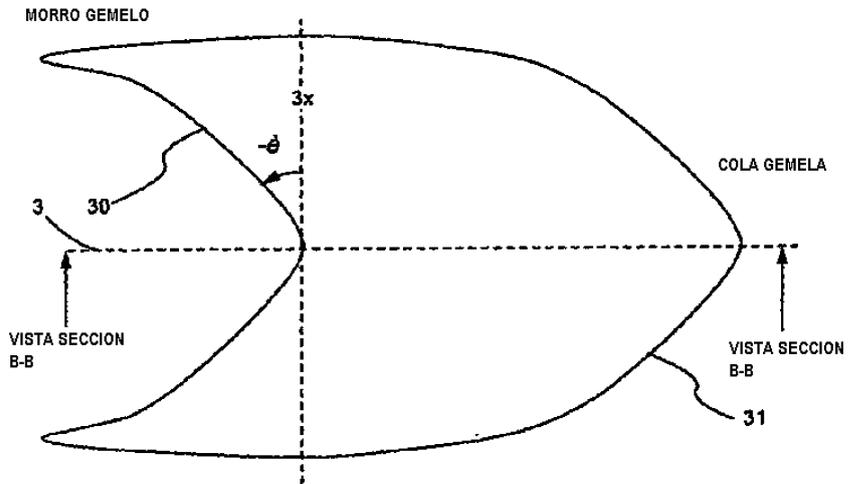
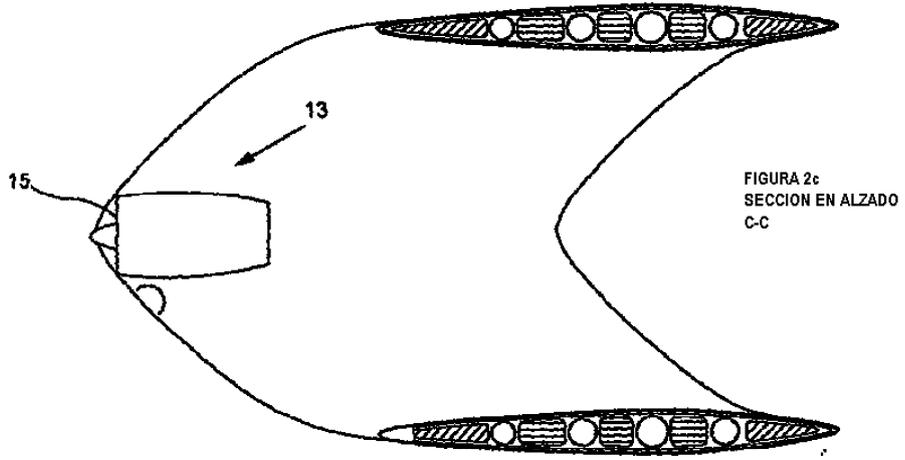


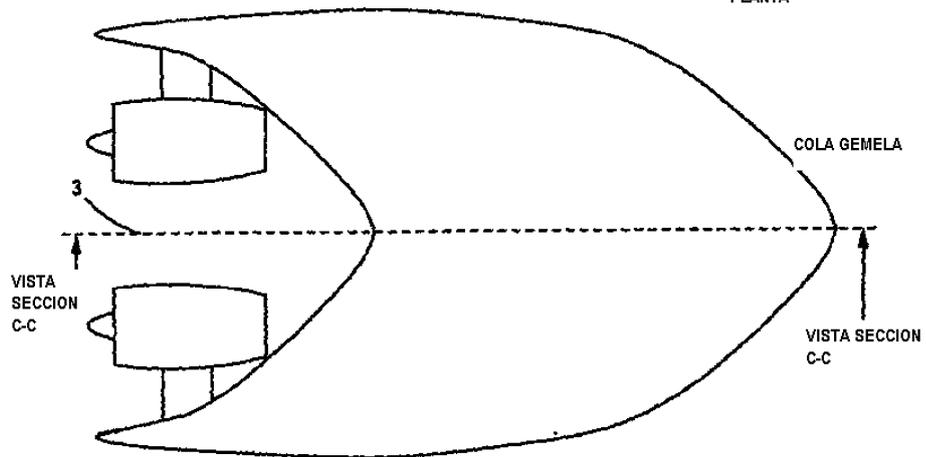
FIGURA 2b
PLANTA

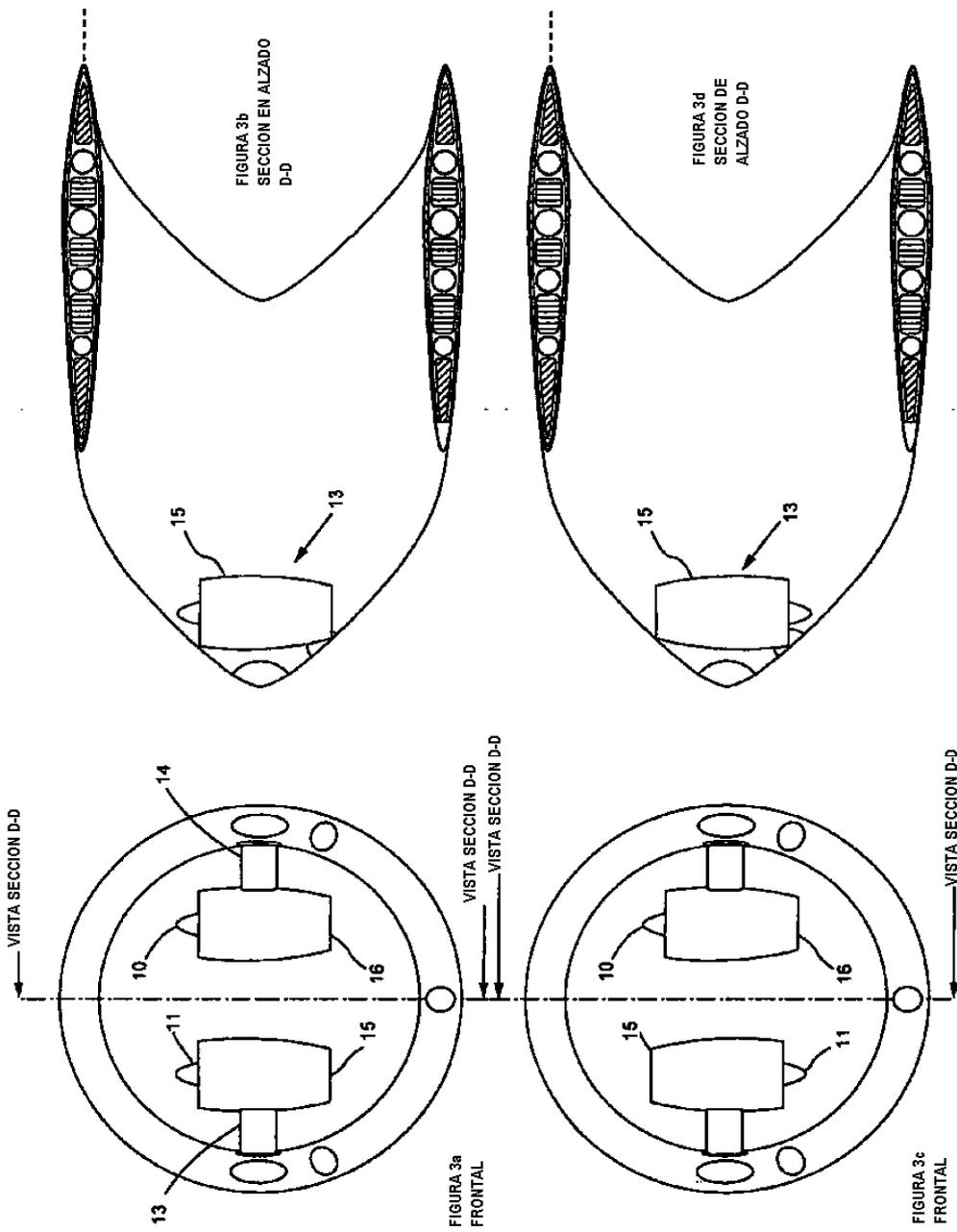


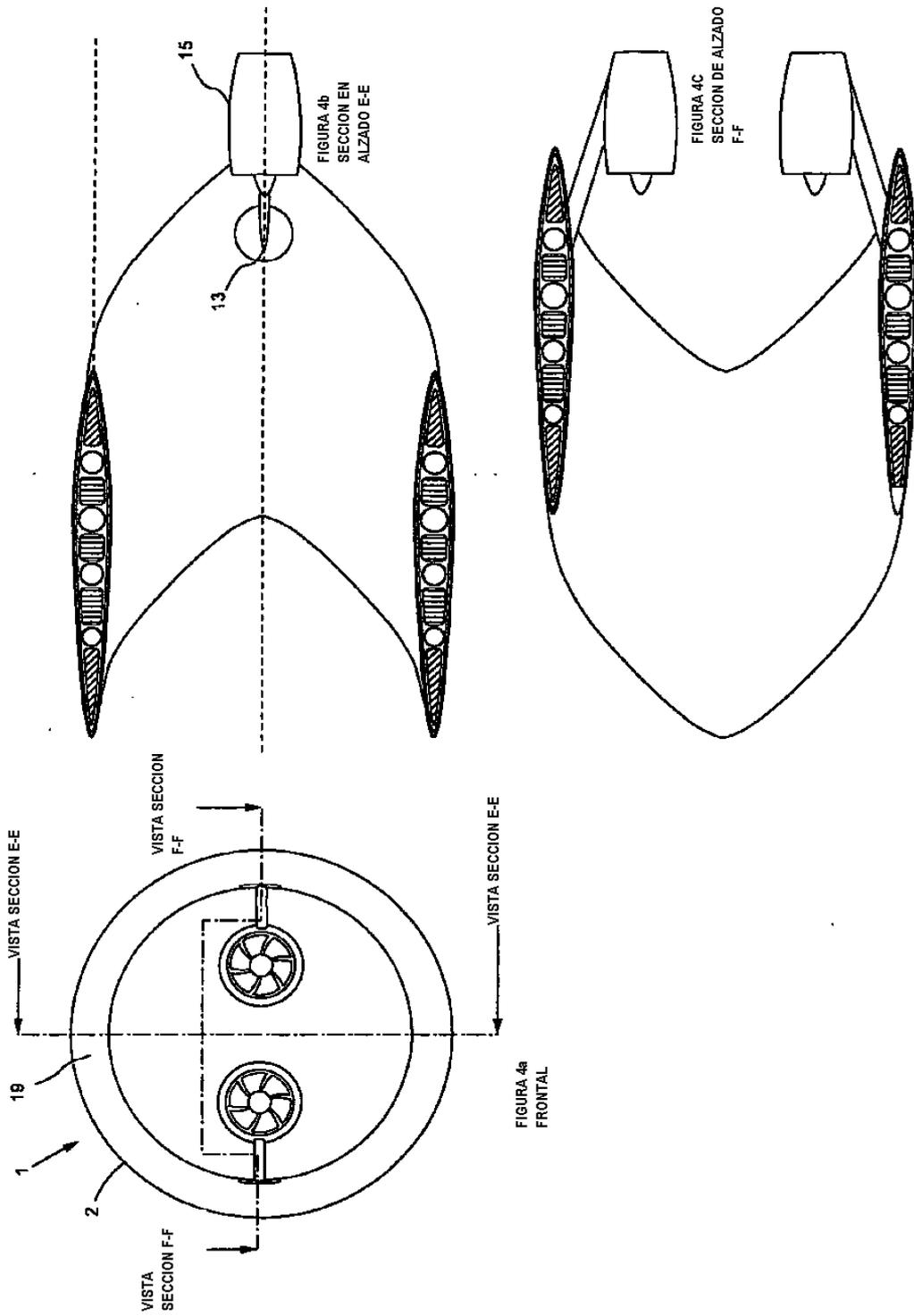


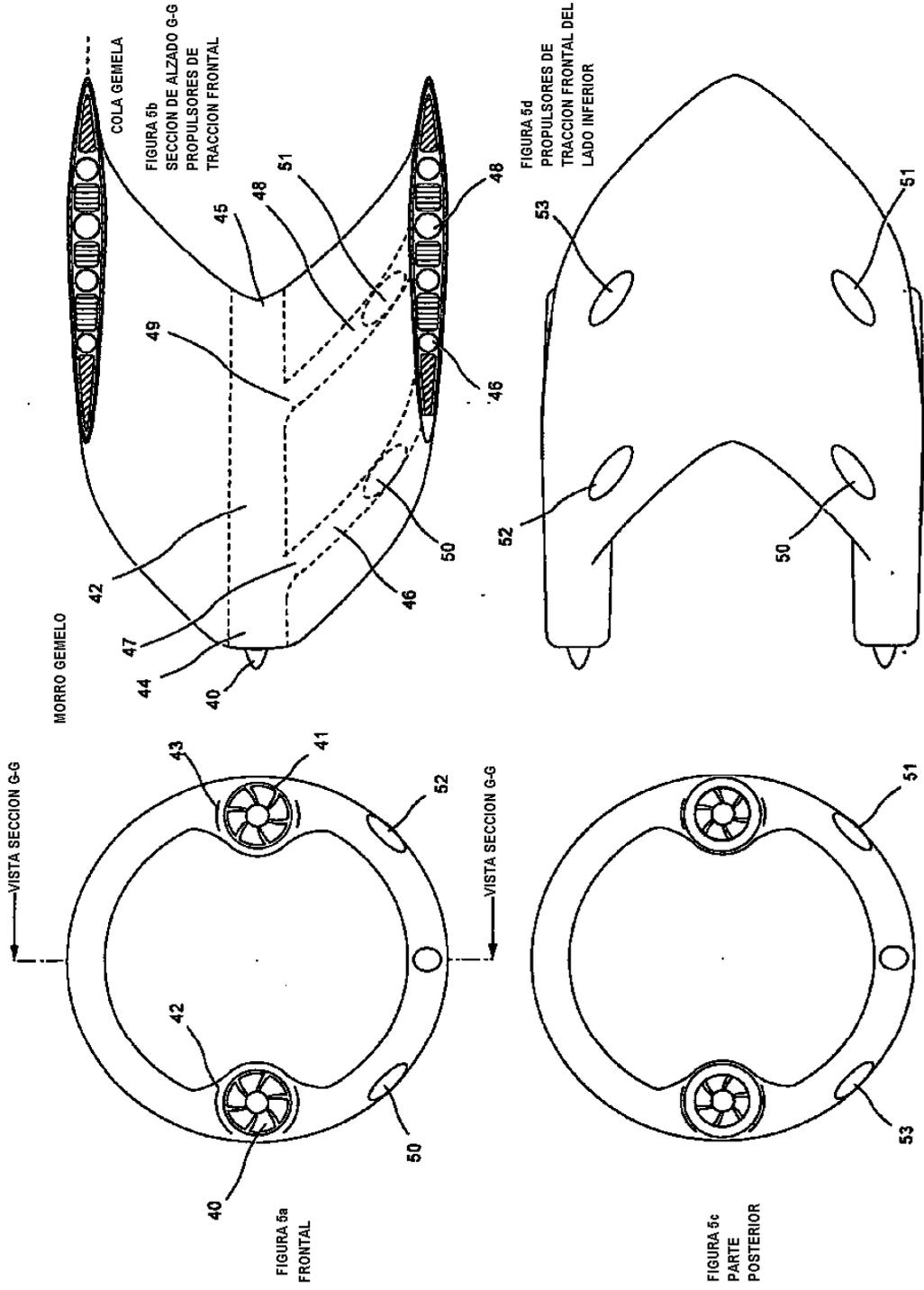
MORRO GEMELO

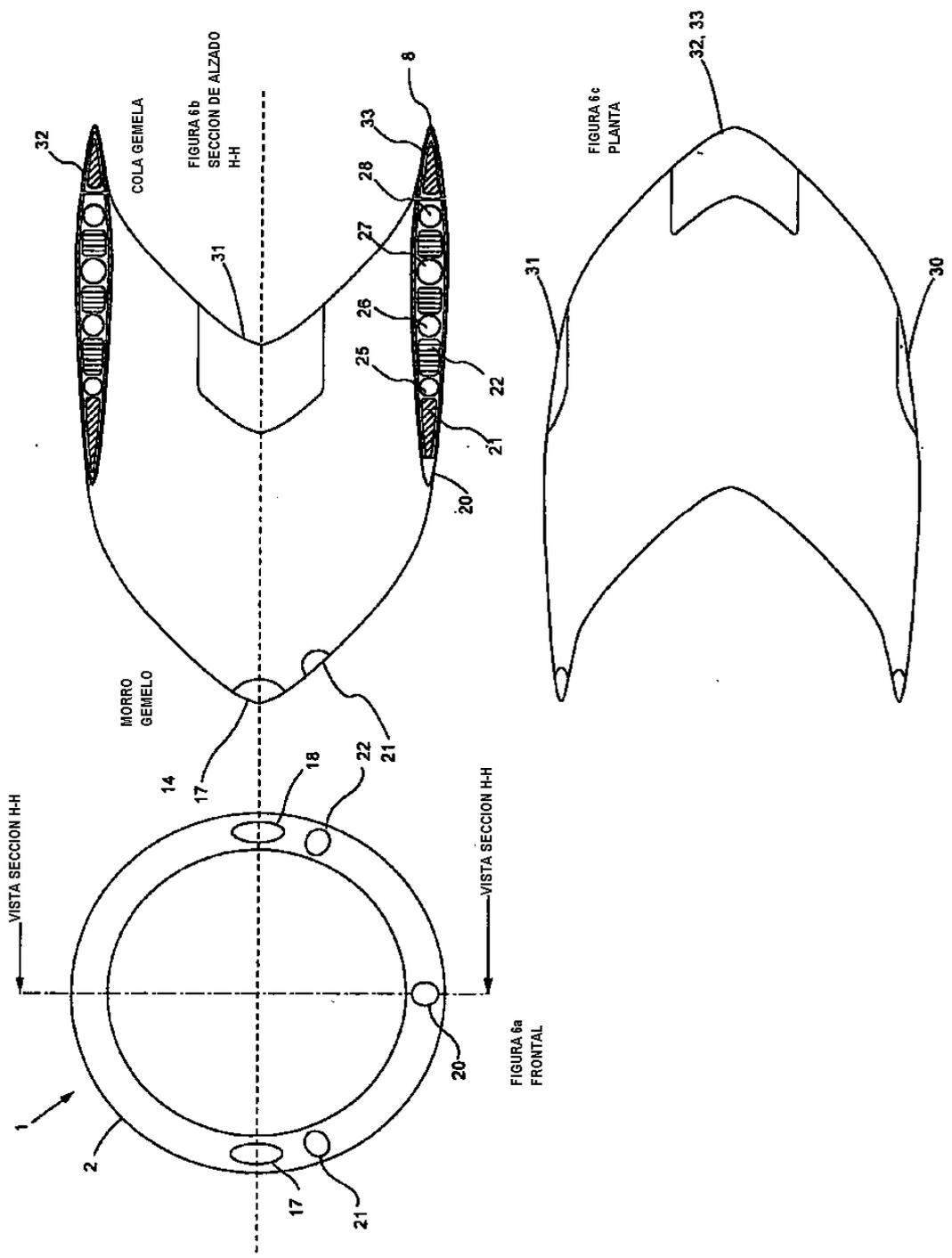
FIGURA 2d
PLANTA

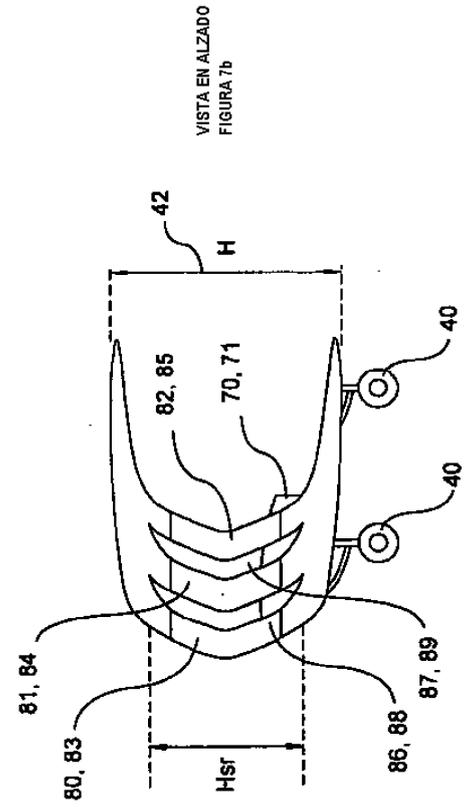
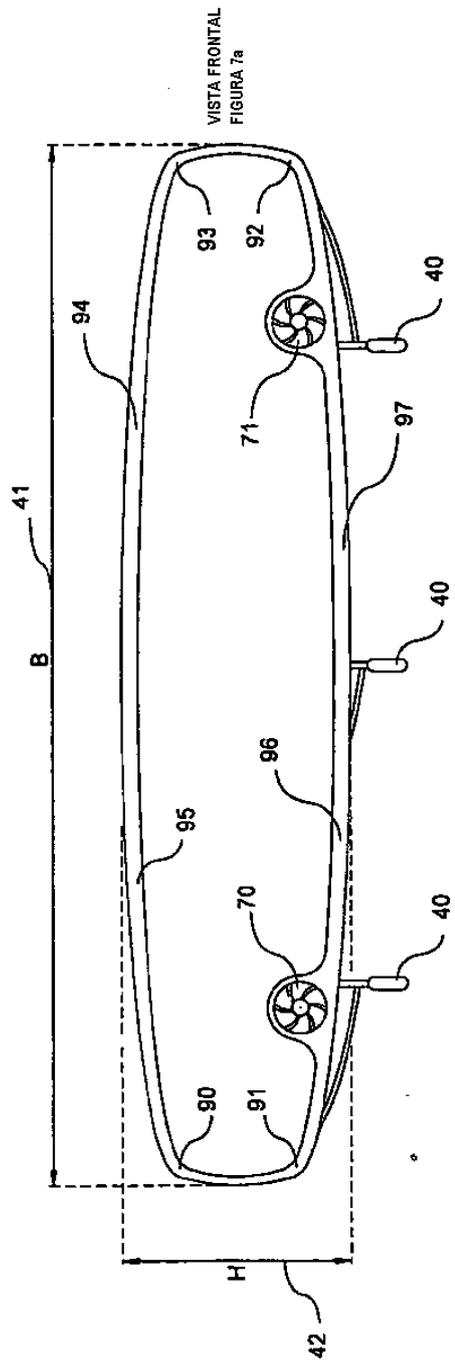


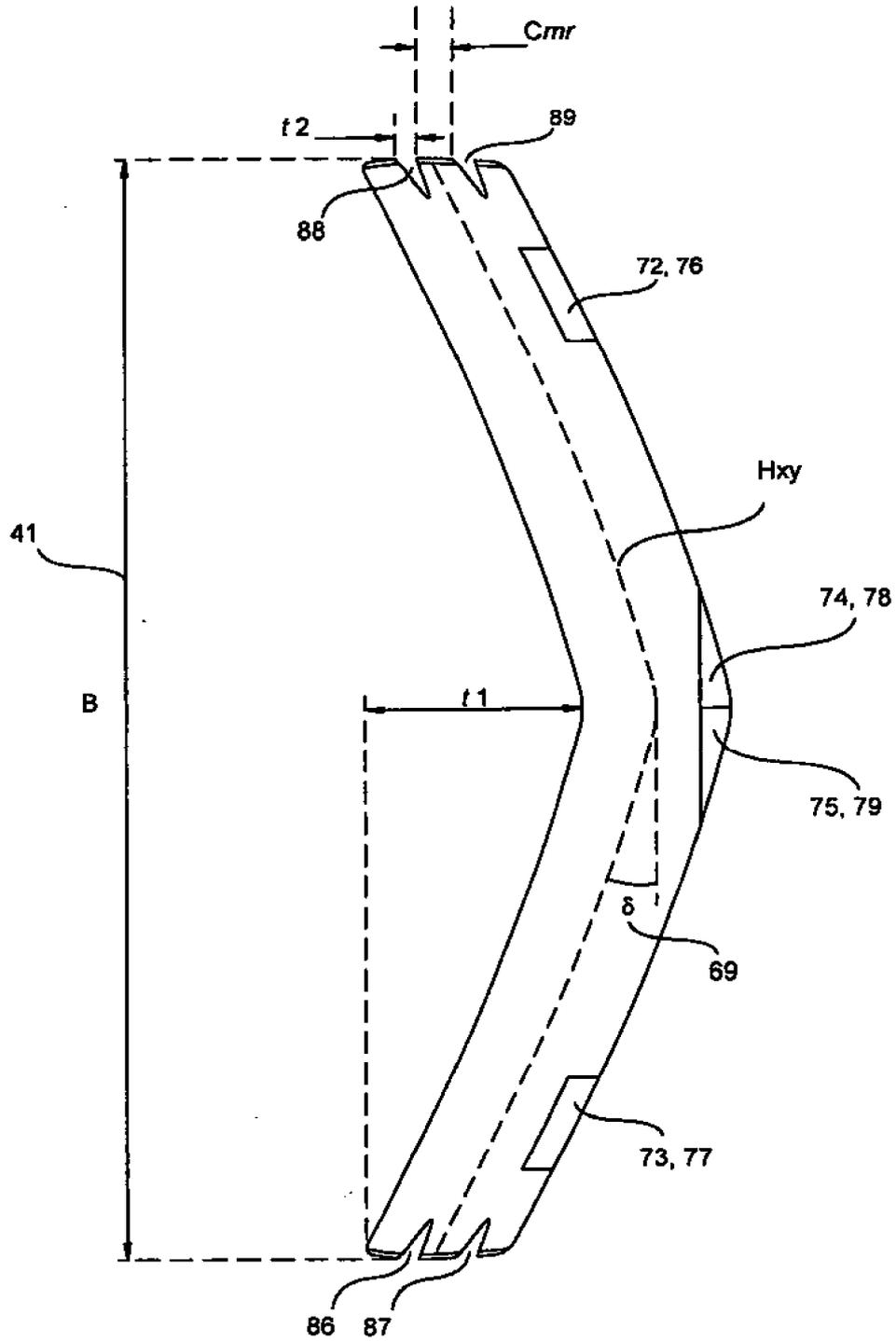












VISTA EN PLANTA
FIGURA 7c