

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 425**

51 Int. Cl.:

B64C 1/36 (2006.01)

B64C 3/10 (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01)

B64C 39/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2016 PCT/GB2016/050539**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16139465**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2016 E 16709503 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 3265381**

54 Título: **Geometría de ala de aeronave de gran altitud**

30 Prioridad:

03.03.2015 GB 201503612

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

23.02.2021

73 Titular/es:

**STRATOSPHERIC PLATFORMS LIMITED (100.0%)
First Names House, Victoria Road
Douglas, Isle of Man IM2 4DF, GB**

72 Inventor/es:

**DAVIDSON, PETER y
KICKERT, REINER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 807 425 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

Geometría de ala de aeronave de gran altitud

5 Campo técnico

La invención se refiere a la geometría de alas de aeronave de gran altitud, que proporcionan servicios de información en altitud, incluidos los servicios de telecomunicaciones, observación, astronómicos y posicionamiento.

10 Antecedentes de la invención

15 Se han propuesto las plataformas a gran altitud (aeronaves y estructuras más ligeras que el aire situadas de 10 a 35 km de altitud) – HAPS para soportar una amplia variedad de aplicaciones. Las áreas de creciente interés son los servicios de telecomunicaciones, posicionamiento, observación y otros de información, y, específicamente, la provisión de Internet de alta velocidad, correo electrónico, telefonía, servicios televisivos, juegos, video bajo demanda y posicionamiento global.

20 Las plataformas a gran altitud poseen varias ventajas sobre los satélites, como resultado de operar mucho más cerca de la superficie de la tierra, por lo general, unos 20 km de altitud. Los satélites geoestacionarios generalmente se encuentran en órbitas de alrededor de 40.000 km y los satélites de órbita terrestre baja generalmente se encuentran a alrededor de 600 km a 3000 km. Los satélites existen a altitudes más bajas, pero su vida útil es muy limitada con el consiguiente impacto económico.

25 La proximidad relativa de las plataformas a gran altitud en comparación con los satélites resulta en un tiempo mucho más corto para las señales a ser transmitidas desde un origen y para una respuesta a ser recibida (la "latencia" del sistema. Además, las aeronaves de gran altitud se encuentran dentro del rango de transmisión para teléfonos móviles estándar para potencia de señal y latencia de señal. Cualquier satélite está fuera del alcance de una red de telefonía móvil terrestre.

30 Las plataformas a gran altitud también evitan los lanzamientos propulsados por cohete necesarios para los satélites, con su alta aceleración y vibraciones, así como altas tasas de fracaso de lanzamiento con un consiguiente impacto en el costo del satélite.

35 Las cargas útiles en plataformas a gran altitud se pueden recuperar fácilmente y a un costo modesto en comparación con las cargas útiles de satélites. Los tiempos de desarrollo más cortos y los costos más bajos resultan de requisitos de prueba menos exigentes.

La patente US 7,046,934 describe un globo de gran altitud para entregar servicios de información junto con un satélite.

40 Los documentos US 20040118969 A1, WO 2005084156 A2, US 5,518,205 A, US 2011/0031354 A1 US 2014/0252156 A1, dan a conocer diseños particulares de aeronaves de gran altitud.

45 El documento US 4,662,588 da a conocer un ala delta y una plataforma de ala cónica que comprende una antena en la estructura del ala.

50 Sin embargo, existen numerosos e importantes retos técnicos para proporcionar servicios de información fiables de plataformas a gran altitud. La fiabilidad, cobertura y capacidad de datos por unidad de área de tierra son criterios de rendimiento críticos para teléfonos móviles, sistemas de comunicación de dispositivos, servicios de observación y posicionamiento de la tierra.

55 Los reguladores gubernamentales generalmente definen las frecuencias y el ancho de banda para el uso por los sistemas que transmiten radiación electromagnética. Cuanto más corta es la longitud de onda, mayores son las tasas de datos posibles para un ancho de banda fraccional dado, pero mayor es la atenuación a través de obstrucciones tales como lluvia o paredes, y una difracción más limitada que puede utilizarse para proporcionar buena cobertura. Estas restricciones resultan en la elección de frecuencias de portadora de entre 0,7 y 5 GHz en la mayoría de las partes del mundo con, normalmente, un ancho de banda de 10 a 200 MHz.

60 Existe una demanda para altas tasas de datos por unidad de superficie de tierra, que está creciendo progresivamente más de los niveles actuales del orden de 1-10 Mbps/kilómetro cuadrado a muchos órdenes de magnitud mayores que éste en las próximas décadas.

5 Para proporcionar altas tasas de datos por unidad de superficie de tierra, las aeronaves de gran altitud no tripuladas de larga duración (HALE), o aerostatos de vuelo libre o cautivos, necesitan llevar antena o antenas grandes para distinguir entre transeceptores situados estrechamente en tierra. Una antena de mayor diámetro conduce a una resolución angular menor del sistema, por lo tanto, menor es la distancia en tierra que el sistema puede resolver. En
 5 última instancia, la resolución está determinada por el "criterio de Rayleigh" bien conocido por los expertos en la técnica. Cuanto mayor sea la resolución de la antena, mayores son las tasas de datos potenciales por unidad de superficie.

10 Sin embargo, colocar antenas de gran diámetro en las estructuras del ala o fuselaje que normalmente se utilizan para las aeronaves de gran altitud trae sanciones aerodinámicas significativas.

15 Para evitar los costos y la falta de disponibilidad que se generaría por la duración de vuelos cortos para aeronaves HALE, es necesaria la duración de muchas semanas o meses en lugar de horas. En tales aeronaves, la energía se suministra por células solares con un sistema de almacenamiento de baterías para proporcionar energía durante la noche, o por combustible de hidrógeno. Esta energía se utiliza para la potencia del sistema de propulsión y de la carga útil. La resistencia aerodinámica consume energía y reduce la energía de carga útil disponible, y puede reducir la velocidad operativa de la aeronave; altitud y latitud. Por lo tanto, es altamente deseable minimizar la resistencia aerodinámica de la aeronave.

20 Un problema clave con tales aeronaves que transportan antenas es, por lo tanto, garantizar que la estructura de la aeronave pueda acomodar las geometrías de antena relevantes mientras tiene una baja resistencia aerodinámica para minimizar los requisitos de energía, así como una distribución de peso distribuida apropiadamente para minimizar el peso estructural.

25 Existen diversas formas de antenas que tienen ventajas cuando se montan en una aeronave HALE. De particular utilidad son las antenas de matriz en fase y las antenas de bocina. Ambas formas de antena pueden proporcionar sistemas de bajo peso y alta ganancia que transmiten o reciben radiación electromagnética de longitudes de onda adecuadas para la comunicación a sistemas situados en tierra tales como teléfonos móviles, computadoras o estaciones base. En el contexto de esta invención, "tierra" incluye tanto la superficie del agua como de la tierra y, por
 30 lo tanto, incluye los mares.

35 Para altas tasas de datos hacia y desde la tierra, el eje del haz normalmente debería ser aproximadamente vertical para minimizar la distancia entre el avión y los receptores o transmisores situados en tierra a los que se está comunicando. Dentro de los grupos de antenas, que componen varias antenas distintas que apuntan en diferentes direcciones, una antena individual puede transmitir o recibir en un ángulo significativo a la vertical, pero el eje de los grupos normalmente estará cerca de la vertical, para garantizar que se minimiza la distancia entre la aeronave y los transeceptores situados en tierra.

40 Por tanto, es deseable tener estructuras ligeras de antena horizontales de gran diámetro ubicadas en la aeronave de una manera tal como para minimizar la resistencia. Convencionalmente, con aeronaves de menor altitud, si una antena es lo suficientemente grande como para no caber en la estructura de la aeronave, se montan externamente en el fuselaje de la aeronave. Véase la patente US 6844855. Se han propuesto estructuras plegables elaboradas para permitir desplegar una antenas o antenas y aumentar la resistencia solo cuando sea necesario. Véase la patente de
 45 US 5357259A. Si la antena es lo suficientemente pequeña como para caber en la estructura de la aeronave, entonces se puede diseñar una estructura envolvente transparente a la radiación electromagnética requerida para minimizar la resistencia aerodinámica como se menciona, por ejemplo, en la patente US 3,953,857.

50 Sin embargo, para altas tasas de datos y o alta resolución entre los equipos de usuarios móviles que poseen transmisores o receptores, por ejemplo teléfonos móviles, computadoras, equipo transportado en vehículos, existe una necesidad de un diseño de ala que proporciona una baja resistencia aerodinámica y peso de una carcasa de antena adecuadamente grande, con grandes envergaduras de ala, particularmente para envergaduras de ala de más de 30 m y más particularmente para envergaduras de ala aún más grandes de 50 m o más.

55 Surge una necesidad similar para la conexión al equipo de usuario fijo cuando, por razones particulares, tales como el costo o ubicación no es práctico conectarse a redes de fibra. La comunicación al equipo del usuario en aeronaves y satélites también puede requerir antenas grandes de este tipo. Esta invención permite que estas antenas grandes sean transportadas por aeronaves HALE de una manera más eficiente en estas características que la técnica anterior.

60 Se pueden proporcionar puntas de ala que están orientadas hacia arriba o hacia abajo. En este trabajo, todas las longitudes de ala y los cálculos de cuerda excluyen la contribución de la longitud y el ancho de la punta del ala.

Resumen de la invención

En un primer aspecto, la invención se refiere a una aeronave de gran altitud no tripulada que opera por encima de 15 km de altitud como se define en la reivindicación 1.

5 Un diseño de este tipo reduce la resistencia aerodinámica.

De acuerdo con la invención, las antenas de transmisión y/o recepción comprenden una o más antenas de matrices en fase y/o de bocina. Preferiblemente, las antenas de transmisión y/o recepción pueden comprender antenas de bocina de cuatro crestas, de período log, Vivaldi individual, de parche, dipolos, látigo de cuarto de onda, replegadas, etc.

Se ha descubierto que la resistencia aerodinámica se puede reducir para una aeronave de este tipo que transporta una antena manteniendo una "circulación" comparable alrededor del ala que encierra la antena o antenas y el ala adyacente a esta sección del ala.

En un diseño de este tipo ala, se pueden definir tres partes en el ala, en primer lugar, la sección o secciones de antena "cargada", que contienen la antena o antenas en todas las secciones transversales verticales orientadas paralelas a la dirección de vuelo, en segundo lugar, diversas secciones de "transición" que conectan la o las secciones de la carcasa con, en tercer lugar, las secciones "no cargadas", cuyo diseño está dominado por consideraciones aerodinámicas y estructurales convencionales y no se ve afectado principalmente por el diseño de la sección "cargada".

El concepto de "circulación" referido a lo anterior es conocido por los expertos en la técnica de la teoría de perfil aerodinámico y de ala, y se define como la integral de línea del campo de velocidad alrededor de las secciones de perfil aerodinámico pertinentes: véase H Glauert "The elements of aerofoil and airscrew theory". CUP 1986 p 34. La resistencia aerodinámica mínima inducida de un ala plana se logra mediante una distribución elíptica de circulación a través de la envergadura del ala a una carga dinámica particular o velocidad aérea para una altitud operativa específica. Normalmente, esta velocidad aérea se elegirá para ser la velocidad de crucero de la aeronave.

Mediante una elección adecuada de la forma del perfil aerodinámico local y el ángulo de ataque efectivo local tanto de la sección "cargada" como de la sección de "transición", incluso para tamaños grandes de antena, la circulación puede mantenerse más preferiblemente elíptica dentro de un veinte por ciento, preferiblemente menos del diez por ciento, a través de la sección "cargada", la sección de "transición" y el borde de las "secciones no cargadas" adyacentes a la "sección de transición". El cálculo del perfil aerodinámico y la circulación de las alas es familiar para los expertos en aerodinámica de los perfiles aerodinámicos, véase, por ejemplo, Schlichting, Truckenbrodt "Die Aerodynamik des Flugzeuges Bd II". Springer-Verlag 1969, p. 9.

Manteniendo una circulación relativamente elíptica alrededor del ala, de esta manera, se puede minimizar el impacto sobre la resistencia aerodinámica de la aeronave de una antena o antenas, donde, debido al tamaño u orientación requerida de la antena, no es posible encerrar totalmente la antena o antenas dentro de un ala convencional. Dicha antena o antenas grandes habrían dado como resultado hasta ahora una longitud media de cuerda del ala grande si la antena o antenas estuvieran encerradas o sustancialmente encerradas en el ala, o montadas externamente. Con una longitud media de cuerda del ala grande, se incrementa la resistencia aerodinámica, como se mostrará a continuación con un ala menos "esbelta" con una relación de aspecto más baja que en la invención. Si la o las antenas no están sustancialmente, preferiblemente 90%, pero en general más de la mitad, encerradas dentro de las alas o el fuselaje, la obstrucción adicional aumentará la resistencia aerodinámica como, por ejemplo, en el bien conocido radomo montado externamente de aeronaves AWACS.

Como se conoce a partir de la teoría de línea de sustentación, el coeficiente de resistencia inducida de un ala sin torsión con forma en planta elíptica es una función del coeficiente de sustentación del ala y la relación de aspecto. Thomas (F Thomas, Fundamentals of Sailplane design, College Park Press 1989, página 40) describe este resultado específicamente,

$$55 \quad C_D = C_{D0} + C_L^2 / (\pi \cdot e \cdot AR)$$

donde los términos (definidos por Thomas) son los siguientes: C_D es el coeficiente de resistencia de la aeronave, C_{D0} es el coeficiente de resistencia a elevación cero, C_L es el coeficiente de elevación del ala, $\pi = 3,14...$, e es el factor de eficiencia de extensión de Oswald, que depende de la resistencia inducida por la superficie alar del ala, pero también incluye la resistencia de perfil y la resistencia parásita, AR es la relación de aspecto del ala, que es el cuadrado de la envergadura del ala dividido por el área proyectada del ala.

5 Las circulaciones de ala no elípticas se pueden utilizar si el ala tiene torsión o aletas para proporcionar resistencia baja. En este caso, es importante que mediante una elección adecuada de la forma del perfil aerodinámico local y el ángulo de ataque efectivo local tanto de la sección “cargada” como de la sección de “transición”, incluso para antenas de gran tamaño, la circulación se pueda mantener constante dentro de veinte por ciento, preferiblemente menos del diez por ciento, a través de la sección “cargada”, la sección de “transición” y el borde de las “secciones no cargadas” adyacentes a la “sección de transición”.

10 Para diseños de aeronaves HALE típicos, se ha encontrado que la resistencia inducida del ala tiene una contribución significativa a la resistencia aerodinámica en general y las alas delgadas de alta relación de aspecto son preferidas para minimizar la resistencia aerodinámica. Las relaciones de sustentación a resistencia a altitud operativa son típicamente mayores que 25:1, más típicamente mayores que 35:1, y, con diseños de perfil aerodinámico adecuados, envergaduras de ala grandes y altas relaciones de aspecto, pueden ser mucho más altas. Las envergaduras del ala son típicamente mayores que 20 m, más típicamente mayores que 25 m. La envergadura del ala de la aeronave Helios fue de 75 m y se han contemplado incluso mayores envergaduras del ala. Las cargas útiles varían sustancialmente, desde unos pocos kg para el primer avión Zephyr hasta valores mucho más altos para el avión Helios o el Global Observer de más de 100 kg.

20 Los tamaños de antena modestos no dan un problema de resistencia: si la antena o antenas se pueden instalar en secciones delgadas de perfil aerodinámico del ala sin alargamiento de la cuerda del perfil aerodinámico, y la sección transversal del perfil aerodinámico es de suficiente profundidad, entonces un diseño de ala convencional es posible sin una penalización de resistencia aerodinámica con la posición de la antena estando determinada principalmente por consideraciones estructurales.

25 Pueden ser deseables dos grupos de antena separados para permitir que las funciones del transmisor y receptor de la aeronave estén separadas resultando en una mayor sensibilidad de recepción y/o transmisión de señal, y una carga más distribuida en el ala minimizando las cargas estructurales en el ala y su peso.

30 La introducción de una o más antenas o grupos de antenas en, o sustancialmente en, el ala de la aeronave de esta manera, manteniendo al mismo tiempo velocidades de circulación relativamente elípticas alrededor del ala, como se describe anteriormente, permite minimizar adicionalmente la resistencia para un tamaño dado de antena cuando las dimensiones de la antena son mayores que la longitud de cuerda del ala que en un diseño rectangular o casi rectangular o elíptico.

35 Esto se ilustra en las siguientes figuras y ejemplos.

40 La Figura 1 muestra en planta y en alzado lateral una aeronave con dos matrices en fase circulares con una longitud de cuerda aproximadamente constante durante cierta distancia del fuselaje de la aeronave. El diseño del ala es similar al diseño de la aeronave de un modesto número de Reynolds de alto rendimiento para planeadores tripulados de alto rendimiento. El número de Reynolds, familiar para los expertos en la técnica, es una medida de la relación de fuerzas turbulentas a viscosas en relación con el flujo de fluido relevante. El empuje de la aeronave se proporciona por una pluralidad de hélices (1), soportadas por un ala (105) larga y delgada. La sección del ala principal tiene una longitud de cuerda lo suficientemente grande como para acomodar las dos antenas (2 y 3): puede simplificar la electrónica de la antena y mejorar la discriminación del procesamiento de la señal para tener una antena transmitiendo y una antena recibiendo, particularmente, si se requieren transmisión y recepción al mismo tiempo.

50 La Figura 2 muestra en planta y en alzado lateral una aeronave con dos antenas (4, 5) circulares que utiliza la invención, donde el diámetro de las antenas es mucho mayor que la longitud promedio de cuerda del ala. En este caso, la sección transversal vertical donde se ubican las antenas también es considerablemente mayor que la sección transversal vertical promedio del ala. Hay dos secciones (T) de “transición” sustanciales además de las secciones de ala cargadas (E) y no cargadas (UE).

55 La Figura 3 muestra en planta y en alzado lateral una aeronave con cuatro antenas (4, 5, 6, 7) circulares que utiliza la invención, donde el diámetro de las antenas es mucho mayor que la longitud promedio de cuerda del ala. En este caso, la sección transversal vertical donde se ubican las antenas también es considerablemente mayor que la sección transversal vertical promedio del ala. También hay, como en la aeronave mostrada en la Figura 2, dos secciones (T) de “transición” sustanciales además de las secciones de ala cargadas (E) y no cargadas (UE).

60 La Figura 4 muestra en planta y en alzado lateral una aeronave con dos antenas (8, 9) circulares que utiliza la invención, donde el diámetro de las antenas es mucho mayor que la longitud promedio de cuerda del ala y la sección de transición es corta. En este caso, la sección transversal vertical donde se ubican las antenas también es considerablemente mayor que la sección transversal vertical promedio del ala.

La Figura 5 muestra una aeronave con antenas (10, 11) cuadradas que utiliza la invención, en lugar de antenas circulares similares a la aeronave mostrada en la Figura 4.

5 En la Figura 6, la matriz (61) en fase relativamente delgada se encuentra justo debajo de la parte inferior del larguero (62) del ala, que puede estar hecha de materiales conductores que están por encima del campo de radiación electromagnética principal que entra o sale de la matriz (61) en fase. La superficie (64) del ala define la forma del perfil aerodinámico y debe tener una conductividad suficientemente baja cuando se encuentra debajo de la matriz en fase si la matriz se comunica hacia abajo para evitar una interferencia significativa con la radiación electromagnética transmitida o recibida por la o las antenas. La parte superior del larguero (63) del ala se encuentra justo debajo de la superficie superior del ala.

15 La Figura 7 muestra una aeronave con dos antenas (73, 74) separadas para proporcionar una distribución de masa más uniforme y reducir las cargas estructurales en la aeronave y/o permitir una interferencia electromagnética reducida entre las antenas.

20 La Figura 8 muestra un avión con un par de antenas (82, 83) grandes y un par de antenas (81, 82) pequeñas. Una disposición de este tipo puede ser óptima si la comunicación a antenas pequeñas en tierra se lleva a cabo a frecuencias mucho más bajas que las frecuencias de retroceso – comunicación a antenas más grandes en tierra que conectan la aeronave a una red central situada en tierra.

25 La Figura 9 muestra un ejemplo de una disposición de antenas múltiples diseñada para permitir que una aeronave individual se comunique con un área mucho más grande en tierra de lo que sería posible con una antena o antenas de matriz plana en fase casi horizontal. Por lo general, las matrices planas en fase solo proyectan y reciben dentro de un cono de alrededor de 60 grados al eje de la matriz; normalmente el eje está en ángulo recto con el plano de la matriz. Por lo tanto, la comunicación a los transmisores o receptores, o transceptores situados en un ángulo de más de sesenta grados con al eje de la matriz, comienza a ser inadecuada. Este problema se exagera si el avión se inclina o rueda y se requiere una comunicación continua. La disposición que se muestra está reflejada en ambos lados del fuselaje; la línea central del avión (92) se muestra horizontalmente.

30 Se muestran una vista en planta y tres secciones (AA, BB y CC). La sección (91) cargada (E) encierra todas las antenas.

35 Hay tres conjuntos de antenas: una sola antena (94) horizontal que apunta directamente hacia abajo, un par de antenas (95) que permite una mejor comunicación de lado a lado y un par de antenas (93) que permite una mejor comunicación hacia delante y hacia atrás. Por lo general, las antenas deben ubicarse para evitar interferencias significativas entre sí. Se pueden prever formas redondas, elipsoidales o más complejas, así como una forma de “platillo invertido”. Los ángulos pueden variarse y también se puede utilizar un número mayor o menor de conjuntos de antenas.

40 Para un tamaño proyectado de antena dado – el área de la antena cuando se ve normalmente al plano principal de la antena – para minimizar la resistencia aerodinámica, toda la antena debe encerrarse generalmente por la estructura de ala. Sin embargo, en algunos casos, el diseño se beneficiará que una porción modesta de la antena o de la carcasa de antena esté fuera de la sección transversal del perfil aerodinámico del ala en lugar de ir al expediente de aumentar la o las longitudes de cuerda del perfil aerodinámico en la o las secciones “cargadas” del ala. Esto puede deberse a que la forma particular de la antena no cabe fácilmente en la sección del perfil aerodinámico, por ejemplo, es cuadrada en lugar de elíptica o circular, o por conexiones particulares a las cápsulas que contienen otros equipos o puntos de acceso o por una variedad de otras razones. Habitualmente, la sección cargada encerrará una fracción “sustancial” de al menos 50%, preferiblemente 80% y más preferiblemente toda el área proyectada de la o las antenas.

50 Los aviones de larga duración de gran altitud vuelan muy lentamente: típicamente a velocidades más bajas de 100 m/s, y más habitualmente por debajo de 50 m/s y a veces tan lento como 15 m/s. A estas velocidades con el aire frío, de baja densidad y relativamente viscoso que se encuentra a gran altitud, el número de Reynolds del ala es mucho más bajo que el que se encuentra en las aeronaves convencionales: planeadores o vehículos motorizados. Sin embargo, las secciones del perfil aerodinámico diseñadas para números bajos de Reynolds son comunes en vehículos aéreos no tripulados a baja altitud, en turbinas eólicas y otras aplicaciones. Ejemplos de tales perfiles aerodinámicos han sido diseñados por Selig (véase “New Airfoils for Small Horizontal Wind Turbines”, Giguere y Selig, Trans ASME, p108, Vol 120, mayo de 1998): particularmente los perfiles aerodinámicos SG 6040, SG 6041, SG 6042, SG 6043, con espesores de 16%, 10%, 10% y 10% respectivamente.

60 Los diseños de aeronave descritos a continuación en la Tabla 1 muestran las ventajas de utilizar la invención. Todos los casos tabulados son para el mismo peso de ala por unidad de área de ala con la adición de un peso constante de larguero por unidad de ancho de ala. El diseño de la aeronave es para operar a una latitud dentro de los

15 grados del ecuador y las potencias y velocidades se calculan sobre la base de las condiciones de mediados de invierno para permitir la retención de la estación durante todo el año. En el caso base que utiliza la invención, la sección “cargada” está diseñada sobre la base de una sección transversal SG 6040 con un 16% de grosor a longitud de cuerda, dos antenas de 1,6 m de diámetro con un peso de menos de 6 kg/m² (peso total de la antena + electrónica = 30 kg), se puede instalar en las secciones cargadas que tienen una longitud de cuerda de 2 m. Las secciones no cargadas están diseñadas sobre la base de una sección transversal SG 6043.

La utilización de los resultados de la invención permite que una aeronave de la misma envergadura del ala soporte una carga útil más pesada y una antena más grande con una velocidad operativa similar (necesaria para mantener la estación en muchas aplicaciones) que una aeronave convencional, o con un peso de carga útil similar, la velocidad máxima operativa aumenta significativamente.

Tabla 1
Comparación de diseños de ala “clásica” y de ala “novedosa”

Variables de diseño	Diseño novedoso (con invención)	Velocidad constante (diseño clásico)	Carga útil constante (diseño clásico)
Potencia de carga útil (W)	350	350	350
Eficiencia general del tren de fuerza	70%	70%	70%
Energía de la batería (Whr/kg)	350	350	350
Altitud de la aeronave (m)	18000	20000	18850
Envergadura del ala (m)	35	35	35
Área del ala (m ²)	43,5	56	70
Longitud media de cuerda del ala (m)	1,2	1,6	2,0
Sustentación total para coeficiente de resistencia	43	38	37
Número de Reynolds de longitud promedio de cuerda del ala	280.000	280.000	340.000
Resultados			
Peso de la carga útil (kg)	30	20	30
Velocidad de la aeronave (m/s)	28	28	23
Reducción del peso de la carga útil	-	32%	-
Reducción de velocidad	-	-	18%

Se puede ver que una aeronave que utiliza la invención tiene un peso de carga útil significativamente mayor (32%) que un diseño convencional con la misma velocidad de crucero, o una velocidad significativamente mayor que crucero (18%) que las aeronaves de la misma envergadura del ala con diseño convencional y la misma velocidad de crucero.

Esto es un resultado de una mayor “resistencia inducida” causada por la menor relación de aspecto para las alas de diseño clásico, lo que reduce la energía disponible para la carga útil o resulta en velocidades más bajas de aeronaves de lo que sería deseable. La altitud operativa se ha optimizado para reflejar las diferentes características de los diferentes diseños.

También puede ser deseable mantener una similitud de circulación a través de una variedad de velocidades aéreas si, por ejemplo, es necesario un bajo rendimiento de resistencia para velocidades de vuelo altas, así como bajas.

Opcionalmente, se proporcionan dispositivos hipersustentadores adicionales en una o más de las secciones “cargadas”, de “transición” o “no cargadas” que permiten mantener la circulación a un nivel más elíptico a través de las secciones para un mayor rango de velocidades de las aeronaves.

Opcionalmente, las secciones del dispositivo hipersustentador son de longitud de cuerda relativa variable a lo largo del ala, permitiendo una circulación más elíptica y menor resistencia a lo largo de la longitud del ala. La longitud relativa de cuerda del dispositivo hipersustentador se define como la distancia desde el borde delantero del dispositivo hipersustentador hasta el borde posterior del perfil aerodinámico referido a la longitud de cuerda del perfil aerodinámico a una distancia particular de la línea central del fuselaje. Es familiar para los expertos en aerodinámica del perfil aerodinámico que la desviación de un dispositivo hipersustentador del perfil aerodinámico resulte en un cambio en el ángulo de ataque efectivo local, véase Schlichting, Truckenbrodt "Die Aerodynamik des Flugzeuges Bd II". Springer-Verlag 1969, p 439.

Hay dos frecuencias principales utilizadas en el avión: una frecuencia relativamente baja de entre 0,5 y 5 GHz con grandes matrices en fase que pueden proporcionar el enlace ascendente y enlace descendente a 'equipos de usuario' con una longitud de onda adecuadamente larga de tal manera que la transmisión y la recepción puedan ser a través de la lluvia y muros de construcción de un grosor razonable y, en segundo lugar, una frecuencia más alta que el enlace ascendente/enlace descendente utilizando un ancho de banda mucho mayor y matrices más pequeñas que se utiliza para el retorno hacia y desde el avión. Estas matrices en fase pueden tener ejes de haz que son aproximadamente verticales, o estar formadas por grupos de matrices cuyos ejes son aproximadamente verticales, o pueden ser grupos algunos de cuyos ejes son aproximadamente verticales y algunos de los cuales no lo son.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una aeronave no tripulada de larga duración de gran altitud que comprende una estructura (105) del ala, un fuselaje y una cola, que opera por encima de 15 km, con antenas (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 61, 73, 74, 82, 83, 93, 94, 95) de transmisión y/o recepción, cada una de las antenas encerrada, o más de la mitad encerrada, en una base de área proyectada normal al plano de la antena, en la estructura (105) del ala, donde la longitud de cuerda de la sección del ala que encierra la antena o antenas, que son antenas de matriz en fase o de bocina, es al menos 30 por ciento mayor que la longitud media de cuerda del ala, y la superficie del ala adyacente a las antenas en el camino de la radiación electromagnética que se recibe o transmite por las antenas está compuesta sustancialmente de material relativamente transparente a esta radiación.
- 10 2. Una aeronave de acuerdo con la reivindicación 1, donde la envergadura del ala es mayor que 30 m.
- 15 3. Una aeronave de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, donde el eje del haz de cada una de las antenas, cuando la aeronave está en vuelo nivelado, es sustancialmente vertical, preferiblemente dentro de los 20 grados de la vertical.
- 20 4. Una aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, con dos o más antenas donde el eje del haz de alguna o todas las antenas está a más de 20 grados de la vertical, cuando la aeronave está en vuelo nivelado.
- 25 5. Una aeronave como se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con antenas separadas utilizadas para transmitir y recibir radiación electromagnética.
- 30 6. Una aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores con una o más antenas adicionales que operan a una frecuencia más alta, normalmente al menos 30%, preferiblemente al menos 100%, mayor que la frecuencia operativa media de las otras antenas, pero lo suficientemente pequeña para caber en la estructura del ala sin que la longitud de cuerda de la sección del ala "cargada" de una o más antenas adicionales sea mayor que el 10% de la longitud de cuerda de la longitud mínima de cuerda de la sección del ala no cargada adyacente a la una o más antenas adicionales.
- 35 7. Una aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la integral del campo de velocidad alrededor de la sección del ala que contiene la antena está dentro del 30%, preferiblemente dentro del 20% y lo más preferiblemente dentro del 10%, de una forma elíptica dentro del ancho de una antena a lo largo del ala a la velocidad de crucero de la aeronave a su altitud operativa elevada o una velocidad aérea particular elegida para maximizar la resistencia de la aeronave.
- 40 8. Una aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la integral del campo de velocidad alrededor de la sección del ala que contiene la antena está dentro del 30%, preferiblemente dentro del 20% y lo más preferiblemente dentro del 10%, del ancho de una antena a lo largo del ala a la velocidad de crucero de la aeronave a su altitud operativa elevada o una velocidad aérea particular elegida para maximizar la resistencia de la aeronave.
- 45 9. Una aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se utiliza para la comunicación con equipos de usuario situados en tierra, tales como teléfonos móviles, computadoras, dispositivos portátiles y vehículos, incluidos equipos tanto situados en tierra como en mar.
- 50 10. Una aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que se utiliza para la comunicación con equipos de usuario situados en aeronaves.
- 55 11. Una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que lleva una o más antenas de antenas circulares, elípticas, poligonales o indentadas en fase o antenas cuyo perímetro sigue de cerca, dentro del 20% de la distancia radial desde el centroide de la antena de cualquiera de las formas de antena descritas.
12. Una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sistema de procesamiento conectado operativamente a la al menos una antena y adaptado para recibir instrucciones externas a través de una antena para modificar señales adicionales para la comunicación y no para el radar.
13. Una flota de aeronaves de acuerdo con la reivindicación 12, que trabaja cooperativamente para comunicarse juntas con una antena de usuario en el equipo de usuario a una altitud menor que la aeronave.

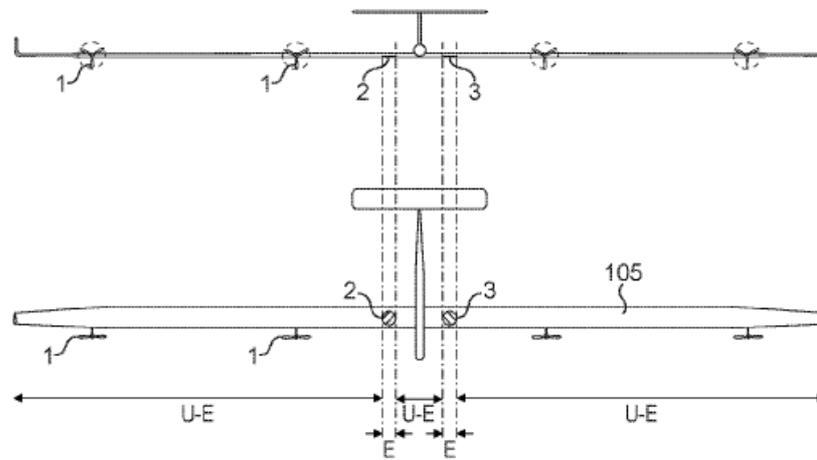


FIG. 1

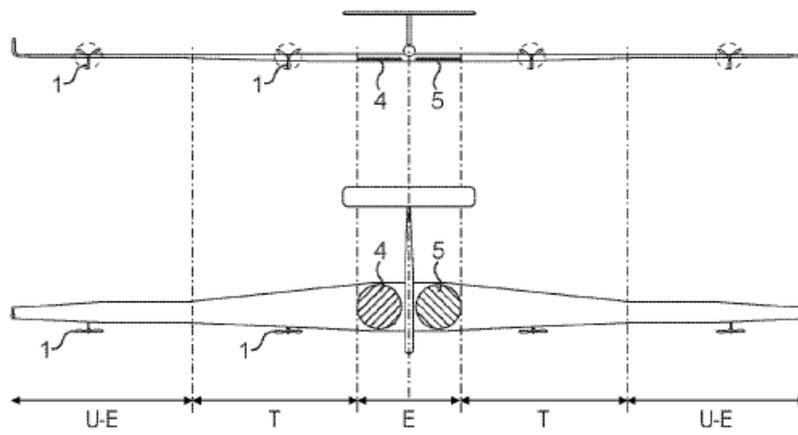


FIG. 2

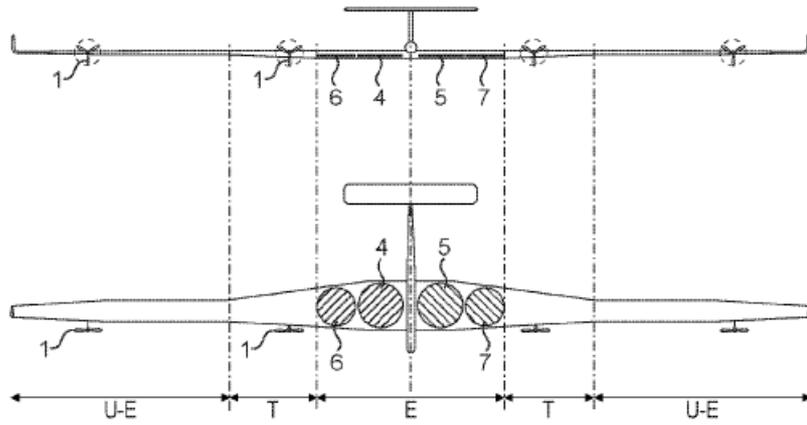


FIG. 3

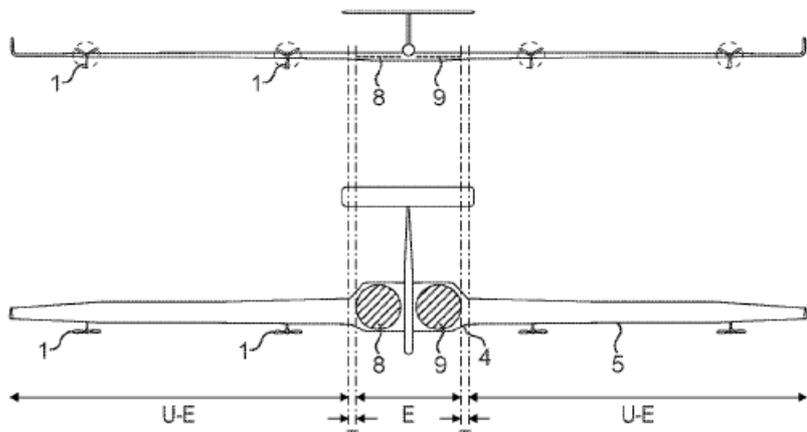
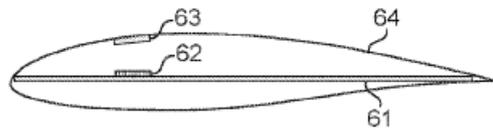
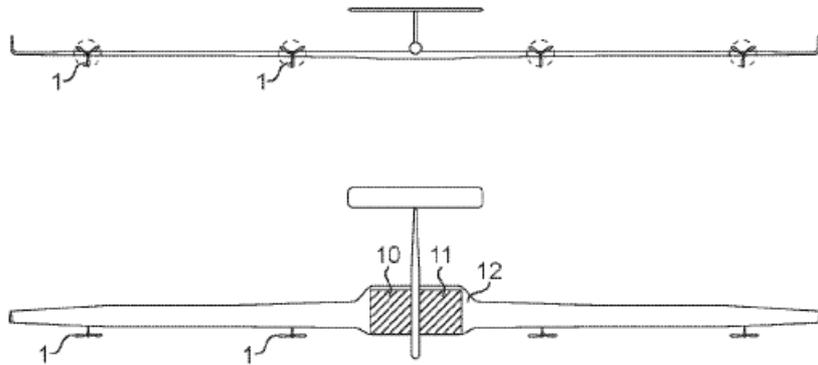


FIG. 4



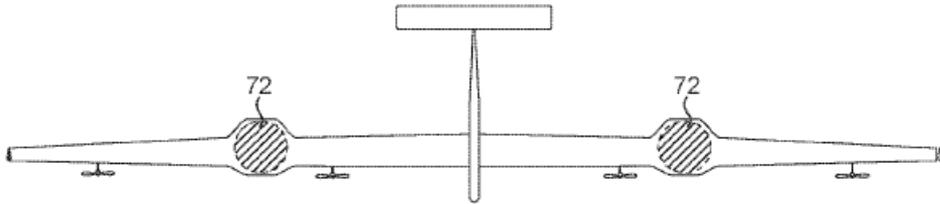
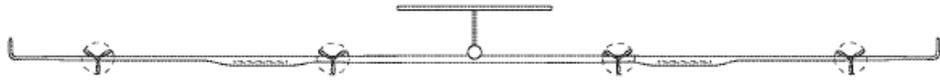


FIG. 7

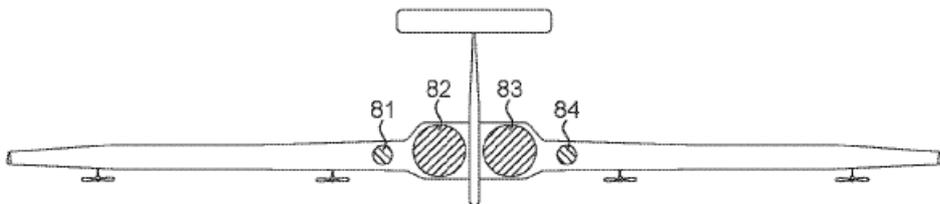
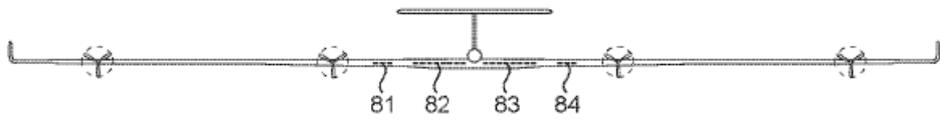


FIG. 8

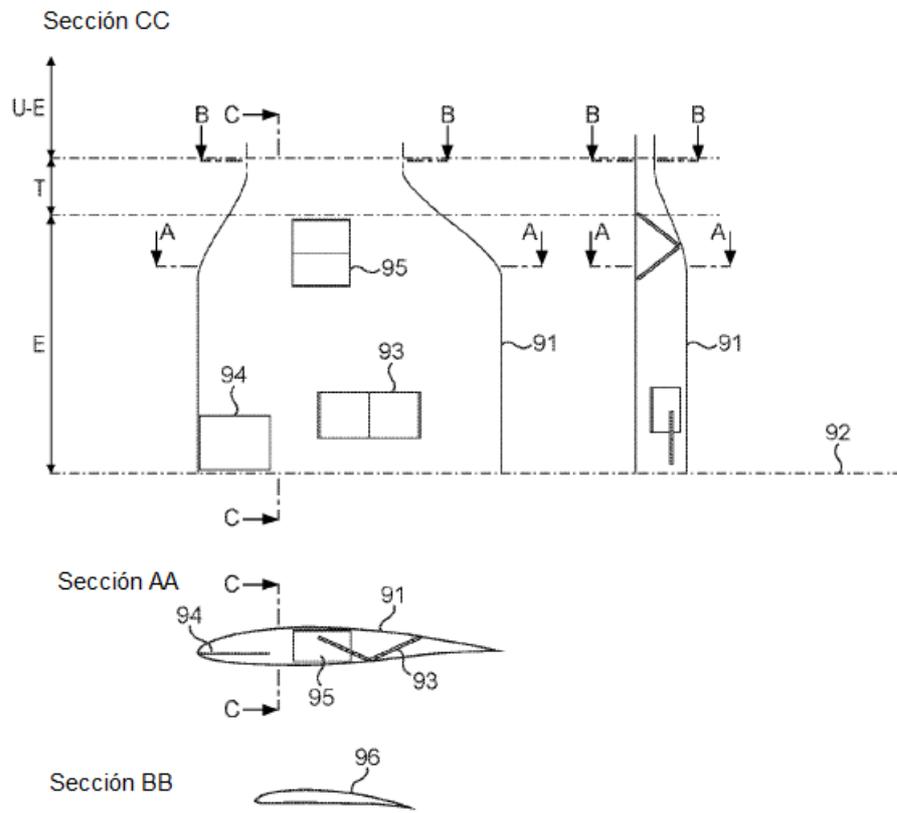


FIG. 9