

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 200**

21 Número de solicitud: 202330332

51 Int. Cl.:

H04W 4/38 (2008.01)
G07C 5/00 (2006.01)
G08G 5/00 (2015.01)
B64F 5/60 (2007.01)
B64D 45/00 (2006.01)
G08B 21/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

26.04.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.11.2024

Fecha de concesión:

21.03.2025

45 Fecha de publicación de la concesión:

31.03.2025

73 Titular/es:

LUJÁN LOZANO, Jaime (100.00%)
Cl. Rodeno nº2 Urb. Pedrizas BZ 34
46370 Chiva (Valencia) ES

72 Inventor/es:

LUJÁN LOZANO, Jaime

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE MONITORIZACIÓN DE AERONAVES ULTRALIGERAS PARA
DETECTAR ANOMALÍAS**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un método y un sistema de monitorización para aeronaves ultraligeras que comprende: un conjunto de sensores (1, 2) para detectar información de la envolvente de vuelo y del funcionamiento del motor; un bus de comunicaciones (3) para canalizar las lecturas de todos los sensores; una unidad de control (4) conectada al bus de comunicaciones para determinar la presencia de anomalías en caso de que cualquiera de las lecturas recibidas exceda unos umbrales preestablecidos por un usuario para cada parámetro; y un módulo de comunicaciones inalámbricas (5) para transmitir a un servidor remoto, mediante una red de conexión móvil, un bloque de datos de monitorización que comprende las lecturas de los sensores y las anomalías detectadas.

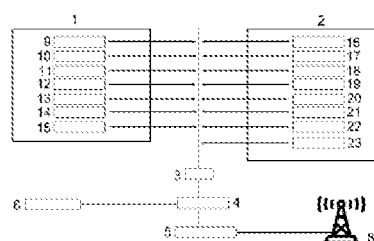


FIG.1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 988 200 B2

DESCRIPCIÓN

SISTEMA Y MÉTODO DE MONITORIZACIÓN DE AERONAVES ULTRALIGERAS PARA DETECTAR ANOMALÍAS

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo técnico de los sistemas de seguimiento y monitorización de aeronaves y más concretamente a los sistemas de control de anomalías en vuelo de aeronaves ultraligeras.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el campo de la aviación existe un subsector dirigido al gran público que ofrece la posibilidad de pilotar una aeronave con bajas prestaciones y bajos requerimientos de forma asequible. Este sector se denomina ULM y está orientado en España (y en la mayoría de los países de Europa) a aerodinos motorizados con una masa máxima al despegue de 600 Kg, no más de dos plazas, con una velocidad de pérdida no superior a 65 Km/h, según la legislación vigente.

Los ultraligeros o ULM, se clasifican en aviones, autogiros y helicópteros, debiendo volar siempre bajo normas VFR (del inglés "*Visual Flight Rules*" o *normas de vuelo visual*) e incorporando obligatoriamente los siguientes instrumentos: anemómetro (mide la velocidad de la aeronave respecto al viento); altímetro (mide la altitud o la altura respecto a una superficie o referencia seleccionable); tacómetro de motor (mide las revoluciones del motor); indicador de cantidad de combustible (puede ser por observación directa del depósito, no es obligatorio que este instrumentado); y contador horario totalizador. Además es recomendable, aunque no obligatorio que incorporen brújula, radio y GPS. Sin embargo, en España las aeronaves ultraligeras no cuentan con una regulación específica que las obligue a equipar sistemas de seguimiento y monitorización completos como sí se exige a la aviación civil.

Así, los problemas que pueden surgir durante un vuelo, accidentes o cualquier tipo de emergencia, resultan en muchas ocasiones difíciles de detectar y localizar en tiempo real o incluso a posteriori. Esto resulta crítico en muchas ocasiones para la vida de los ocupantes y dificulta en gran medida las tareas de rescate.

En el estado del arte son conocidos los transpondedores que emplean las aeronaves para facilitar su identificación en el tráfico aéreo. Los centros de control reciben esta información

de manera exclusiva (no es de acceso público), gestionando así las trayectorias de todas ellas, previendo cualquier posible anomalía y pudiendo actuar de manera preventiva. Sin embargo, aunque algunas aeronaves ultraligeras equipan transpondedores de este tipo por cuestiones de seguridad (a pesar de no ser obligatorio para aviación ultraligera), no resulta una solución deseable en la medida en que pueda llegar a saturar los centros de control, por lo que en la práctica este tipo de vuelos no suele estar monitorizado en ningún momento ni existe forma de conocer la posición de la aeronave más allá de observación visual o control por radar.

Por otro lado, también son conocidas en el estado del arte las balizas de emergencia y localización, las cuales tienen utilidad en caso de accidente para facilitar la identificación y posición a los medios de rescate. Sin embargo, dado que no es obligatorio y que el coste es elevado, no es un equipamiento típico de ultraligeros, de la misma manera que no se equipan cajas negras para registrar los parámetros de vuelo en caso de accidentes.

Realmente, la única forma de obtener información de una aeronave ultraligera hoy en día es que el piloto voluntariamente decida compartir su ubicación GPS mediante alguna aplicación de teléfono móvil ('*whatsapp*' o similar) o que esté empleando algún programa de navegación (*SkyDemon* o *Air Navegation Pro*, etc.), con lo que, en el mejor de los casos, la información compartida de la aeronave será parcial (exclusivamente posición y velocidad) y sólo accesible por usuarios de dichas aplicaciones.

Por tanto, se echa en falta en el estado del arte una solución que permita el seguimiento, tanto en tiempo real como en diferido, de las condiciones de vuelo de una aeronave ultraligera, previendo así cualquier anomalía durante el vuelo y facilitando su monitorización.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Con el fin de alcanzar los objetivos y evitar los inconvenientes mencionados anteriormente, la presente invención se refiere, en un primer aspecto, a un sistema de monitorización para una aeronave ultraligera, donde el sistema comprende:

- un primer conjunto de sensores configurados para detectar al menos un primer parámetro con información de la envolvente de vuelo de la aeronave ultraligera, donde la envolvente de vuelo comprende información de al menos uno de los siguientes parámetros: posición de la aeronave, velocidad con respecto al aire, velocidad con respecto a tierra, ángulos de inclinación con respecto a los 3 ejes de la aeronave, aceleraciones en los 3 ejes;

- un segundo conjunto de sensores configurados para detectar al menos un segundo parámetro con información de funcionamiento de un motor de la aeronave ultraligera;

- un bus de comunicaciones interconectado con el primer y el segundo conjunto de sensores, configurado para recibir lecturas de ambos primer y segundo conjunto de sensores;

- una unidad de control conectada al bus de comunicaciones, configurada para recibir lecturas de los sensores y determinar la presencia de una anomalía en caso de que cualquiera de las lecturas recibidas exceda unos umbrales preestablecidos por un usuario para cada parámetro; y

- un módulo de comunicaciones inalámbricas configurado para transmitir a un servidor remoto, mediante una red de conexión móvil, un bloque de datos de monitorización que comprende las lecturas del primer y segundo conjunto de sensores y las anomalías detectadas por la unidad de control para cada parámetro.

Así, ventajosamente, la presente invención evita la saturación de los centros de control de aeronaves tradicionales desplegando un sistema basado en redes de conexión móvil.

Adicionalmente, el sistema de la presente invención contempla una parte de recepción, a ubicar en tierra, que comprende una antena de recepción configurada para recibir, mediante la red de conexión móvil, los bloques de datos de monitorización transmitidos por el módulo de comunicaciones inalámbricas; y un servidor remoto conectado con la antena de recepción, configurado para recibir los bloques de datos de monitorización y, como respuesta a las anomalías detectadas, generar un mensaje de aviso.

Para la configuración del sistema y poder acceder a la información completa que se almacena en el servidor, en una de las realizaciones de la invención se contempla una interfaz de acceso para usuarios, configurada para interactuar con el servidor desde un terminal móvil de tipo teléfono inteligente o desde un ordenador personal. Así, el seguimiento y monitorización de la aeronave sobre la que se instala el sistema distribuido de la presente invención, resulta fácilmente accesible por usuarios autorizados.

De manera opcional, en una realización de la invención se incorpora al sistema un botón de emergencia, acoplable al panel de control de la aeronave en una ubicación fácilmente visible y accesible, conectado directamente a la unidad de control y configurado para activar una señal de emergencia en el servidor en caso de pulsación.

De acuerdo a una de las realizaciones de la invención, el primer conjunto de sensores comprende al menos uno de la siguiente lista de sensores: sensor anemómetro, sensor altímetro, sensor acelerómetro, sensor inclinómetro, sensor GPS, sensor posición alerones y sensor posición mandos.

5

De acuerdo a una de las realizaciones de la invención, el segundo conjunto de sensores comprende al menos uno de la siguiente lista de sensores: sensor temperatura aceite, sensor temperatura agua, sonda presión combustible, sonda caudal combustible, sensor revoluciones motor, sensor revoluciones rotor y sonda presión *ManiFold*.

10

De acuerdo a una de las realizaciones de la invención, el bus de comunicaciones es un bus CAN. Adicionalmente algún sensor puede conectarse por otros medios.

De acuerdo a una de las realizaciones de la invención, la unidad de control comprende un microcontrolador o un microprocesador.

15

En una de las realizaciones particulares de la presente invención, la unidad de control comprende una unidad de almacenamiento configurada para almacenar las lecturas de los sensores y almacenar parámetros de configuración (como los umbrales de alarma para cada parámetro) definidos por un usuario. Así mismo, el análisis de los datos puede realizarse en tiempo real o a posteriori, ya que los parámetros quedan almacenados en la unidad de almacenamiento también para permitir su recuperación en caso de accidente.

20

En una de las realizaciones particulares de la presente invención, el sistema comprende una carcasa envolvente acoplable a la aeronave y configurada para alojar en su interior al menos la unidad de control y el módulo de comunicaciones inalámbricas. Así, ventajosamente se facilita la instalación del sistema (al que sólo resulta necesario conectar los sensores mediante el bus de comunicaciones) al mismo tiempo que se da protección a la unidad de control y módulo de comunicaciones.

25

30

El sistema comprende preferiblemente una batería propia, la cual le proporciona completa autonomía en el caso que el sistema eléctrico de la aeronave presente algún fallo o deficiencia, no pudiendo ser desconectado involuntariamente por el usuario durante el vuelo.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método de monitorización para una aeronave ultraligera, donde el método comprende los siguientes pasos:

35

- detectar, por un primer conjunto de sensores, al menos un primer parámetro con información de la envolvente de vuelo de la aeronave ultraligera;
- detectar, por un segundo conjunto de sensores, al menos un segundo parámetro con información de funcionamiento de un motor de la aeronave ultraligera;
- 5 - recibir, por un bus de comunicaciones interconectado con el primer y el segundo conjunto de sensores, lecturas de ambos primer y segundo conjunto de sensores;
- recibir, por una unidad de control conectada al bus de comunicaciones, las lecturas de los sensores;
- determinar, por la unidad de control, la presencia de una anomalía en caso de que
- 10 cualquiera de las lecturas recibidas exceda unos umbrales preestablecidos por un usuario para cada parámetro; y
- transmitir, por un módulo de comunicaciones inalámbricas a un servidor remoto, mediante una red de conexión móvil, un bloque de datos de monitorización que comprende las lecturas del primer y segundo conjunto de sensores y las anomalías detectadas por la
- 15 unidad de control para cada parámetro.

Adicionalmente, se contempla una etapa de inicialización de la unidad de control que comprende los siguientes pasos: comparar cada lectura recibida en la unidad de control con la lectura anterior recibida del mismo parámetro; mientras el resultado de la comparación registre lecturas idénticas, la unidad de control se mantiene en un modo de espera en el que el volumen de información es menor (lecturas de solo algunos de los sensores) y con una frecuencia relativamente baja; en cambio, en caso de detectar una variación como resultado de la comparación, determinar un modo de funcionamiento activo (33); donde el modo de funcionamiento activo resulta en: establecer una conexión inalámbrica (37), mediante la red

20 de conexión móvil, con el servidor remoto (24) para cargar los umbrales preestablecidos por el usuario para cada parámetro; e iniciar la lectura (41) de todos los conjuntos de sensores (1, 2). Así, ventajosamente, se permite una diferenciación automática entre modo de espera y modo de activo que redundará, entre otros, en un mejor aprovechamiento de la energía del sistema. De forma alternativa, se contempla también la etapa de inicialización de la unidad

25 de control mediante la activación manual de un interruptor o mediante la puesta en marcha de la aeronave. En caso de detectar una pulsación del interruptor, se determina el modo de funcionamiento activo.

De acuerdo a una de las realizaciones de la invención, una vez se determina la presencia de una anomalía, la unidad de control aumenta la frecuencia de lectura de los conjuntos de

35 sensores. Así, ventajosamente, en caso de un rescate de emergencia, la superficie de búsqueda a peinar se reduce en gran medida.

Adicionalmente, en una de las realizaciones de la invención, tras recibir los bloques de datos de monitorización en el servidor remoto, se contempla el paso de generar, por el servidor, un mensaje de aviso como respuesta a las anomalías detectadas en el bloque de
5 datos de monitorización. Así, ventajosamente, se proporciona una información de monitorización en tiempo real de alto valor, que permite a los usuarios autorizados detectar al instante cualquier anomalía que se salga de los umbrales de funcionamiento establecidos previamente (siempre menores que los márgenes de seguridad que establece el fabricante de la aeronave). Los mensajes de aviso, de acuerdo a una de las realizaciones de la
10 invención, son enviados por el servidor en un formato y a un destinatario preestablecidos por el usuario a través de una interfaz. Así ventajosamente, se genera un beneficio tanto en la seguridad del piloto como de la aeronave, ya que se maximizan los márgenes para anticiparse a cualquier accidente o malfuncionamiento.

Por tanto, de acuerdo a todo lo anterior, la presente invención se refiere a un sistema autónomo y automático que registra los parámetros de la envolvente de vuelo (principalmente posición, velocidad con respecto al aire, velocidad con respecto a tierra, ángulos de inclinación con respecto a los 3 ejes de la aeronave, aceleraciones en los 3 ejes) y completa la información con los parámetros de funcionamiento del motor. La
20 monitorización de todos estos parámetros permite al usuario autorizado un mapa completo de lo que está ocurriendo en la aeronave, tanto en tiempo real como en diferido. La configuración de umbrales adaptativos permite al usuario acotar el rango de funcionamiento de la aeronave a las condiciones particulares de cada caso, con lo que la seguridad y el mantenimiento del aparato se ven altamente favorecidos. Por ejemplo, ante el vuelo de un
25 usuario novel, no se establecen los mismos umbrales de alarma para los parámetros de velocidad, aceleración o altitud que para un usuario experimentado. O por ejemplo, ante un día de baja visibilidad, los umbrales de posición serán más restrictivos previsiblemente que ante un día soleado con buena visibilidad, ya que ante un eventual rescate, el mismo área de búsqueda con baja visibilidad supone un tiempo notablemente mayor.

Entre las muchas ventajas técnicas que se derivan de la presente invención, se enumeran a continuación algunas del ellas: localización de la aeronave (la aeronave permite ser localizada en tiempo real, o bien conocer la última posición desde la que transmitió); monitorización de parámetros de envolvente de vuelo (monitores de vuelo, escuelas de
35 vuelo, mecánicos o cualquier interesado previamente definido y autorizado en las bases de datos puede conocer en tiempo real las condiciones y acciones durante el vuelo de la aeronave); monitorización de parámetros del motor (mecánicos y propietarios pueden

monitorizar los principales parámetros de funcionamiento del motor sin tener que desmontarlo ni efectuar pruebas en tierra); sistema de alertas y avisos configurable (pueden ser configurados tipos de alerta como por ejemplo parada de motor, distancia al suelo muy baja fuera de un aeródromo, exceso de aceleración en función del tipo de aeronave y grado de madurez del piloto, exceso de velocidad, etc.).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de sus características, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización de la misma, se acompaña un conjunto de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado las siguientes figuras:

- La **figura 1** representa un diagrama de los elementos embarcados en la aeronave ultraligera, de acuerdo a una realización de la invención.

- La **figura 2** representa un diagrama de los elementos de recepción del sistema de la presente invención en una de sus realizaciones.

- La **figura 3** representa un diagrama de flujo que recoge el funcionamiento operativo de la unidad de control en una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Con objeto de ilustrar la presente invención, a continuación se detalla un ejemplo de realización de la misma, donde las referencias numéricas indicadas se pueden encontrar en las **Figuras 1-3**.

En la **figura 1** puede observarse el sistema de monitorización de aeronaves ultraligeras de acuerdo a una realización de la presente invención, que comprende una pluralidad de sensores electrónicos **1** (integrados en una misma unidad o componentes independientes) configurados principalmente para realizar lecturas de los parámetros de la envolvente de vuelo de la aeronave (posición, velocidad con respecto al aire, velocidad con respecto a tierra, ángulos de inclinación con respecto a los tres ejes de la aeronave, aceleraciones en los tres ejes). También puede contar con una pluralidad de sensores motor **2**, configurados para realizar lecturas de los principales parámetros de funcionamiento del motor del ultraligero.

Todas las lecturas de los sensores electrónicos **1** y sensores motor **2** disponibles se encuentran conectadas a un bus de comunicaciones **3**, específicamente un bus CAN (Controller Area Network) que permite que varios dispositivos se comuniquen entre sí a través del cableado y protocolo establecido.

5

La ubicación de los sensores sobre la aeronave depende de la propia configuración de la aeronave. Dado que los ultraligeros presentan gran variedad de formas y configuraciones, suelen requerir diferentes ubicaciones y cableado. No obstante, la ubicación concreta de los sensores no tiene mayor relevancia para la presente invención, siempre y cuando los
10 sensores queden interconectados con el bus de comunicaciones **3**.

A modo de ejemplo, los sensores conectados al bus de comunicaciones **3** en una realización de la invención son los siguientes:

15 Sensor anemómetro **9**: configurado para medir indirectamente la velocidad de la aeronave en el aire, bien en forma de presión directa o bien mediante un tubo Pitot, normalmente se compartirá la instalación de la aeronave colocada por el fabricante.

Sensor altímetro **10**: configurado para medir indirectamente la altitud o la altura a partir de la presión barométrica

20 Sensor acelerómetro **11**: configurado para medir la aceleración en cada uno de los 3 ejes (x, y, z) de la aeronave.

Sensor inclinómetro **12**: configurado para medir la inclinación en cada uno de los 3 ejes (x, y, z) de la aeronave.

25 Sensor GPS (*Global positioning system*) **13**: configurado para calcular a partir de las señales de un satélite la posición exacta de la aeronave, así como su altitud y su velocidad con respecto a tierra. La antena se coloca en cualquier superficie de la parte superior de la aeronave, preferiblemente en una zona libre de obstáculos que impidan la recepción de la señal desde los satélites.

30 Sensor posición alerones **14**: configurado para medir, en el caso de avionetas, la posición de los alerones (flaps).

Sensor posición mandos **15**: configurado para cuantificar en forma de señal eléctrica la posición del mando de manos y del palonier (mando de los pies).

Sensor temperatura aceite **16**: configurado para medir la temperatura del aceite del motor.

Sensor temperatura agua **17**: configurado para medir la temperatura del agua del refrigerador del motor.

5 Sonda presión combustible **18**: configurada para medir la presión de admisión del combustible.

Sonda caudal combustible **19**: configurada para medir la cantidad de combustible empleado por el motor.

Sensor revoluciones motor **20**: configurado para medir las revoluciones del motor

10 Sensor revoluciones rotor **21**: en el caso del autogiro y del helicóptero, mide las revoluciones del rotor.

Sonda presión *ManiFold* **22**: configurada para medir la presión de aspiración del/los carburadores o sistema de inyección.

15 Sondas salida de gases **23**: configurada para medir la temperatura de salida de gases del cilindro.

El bus de comunicaciones **3** está conectado con una unidad de control **4**. La unidad de control **4**, es una unidad electrónica operada por un microprocesador o microcontrolador, como por ejemplo un NVIDIA Jetson, Raspberry Pi, Arduino o similar, cuya función es canalizar todos los datos recibidos a través del bus CAN, así como aplicar las reglas y filtros configurados por el usuario para determinar si la aeronave está operando correctamente. Periódicamente recoge un muestreo de datos de todos los sensores, pudiendo almacenar el muestreo en una unidad de almacenamiento (tarjeta de memoria o disco duro que almacena todos los datos periódicamente independientemente de que sean transmitidos), transmitirlos o ambas. Esta unidad de almacenamiento también almacena los parámetros de configuración de la unidad de control **4**.

La unidad de control **4** está conectada a un módulo de comunicaciones inalámbricas **5**, que puede ser tipo 2G, 3G, 4G, 5G, LTE, LTE-M, NB-IoT, LoRaWan, o cualquier otro sistema de comunicaciones móviles. El módulo de comunicaciones inalámbricas **5** consiste en una unidad electrónica conectada directamente a la unidad de control **4**, que dispone de una tarjeta SIM física o virtual (eSim), a través de la cual establece una conexión con un servidor

por cualquiera de los protocolos de telefonía móvil disponibles (LTE, GPRS, HSPA, 5G, etc.) o bien realiza la transmisión por Narrow Band IoT (NB-IoT) o LPWan (si están disponibles). El módulo de comunicaciones inalámbricas **5** cuenta con una antena de transmisión **8** dispuesta preferiblemente en la parte inferior de la aeronave (panza) en una zona o sección de la aeronave que esté protegida contra impactos directos.

El sistema de la presente invención cuenta con un botón de emergencias **6** con interruptor seguro (no puede ser activado accidentalmente) conectado directamente a la unidad de control **4**, que se dispone en el panel de control de la aeronave, fácilmente visible y accesible, configurado para activar una señal de emergencia en el servidor en caso de pulsación.

Exteriormente, el sistema presenta una carcasa **7**, como una caja de aluminio u otro material con similar o superior resistencia al fuego, a impactos de cierta fuerza y al agua, en la cual se alojan interiormente la unidad de control **4** y el módulo de comunicaciones inalámbricas **5**. Exteriormente la carcasa presenta colores vivos o diseños particularmente reconocibles para facilitar su localización visual en caso de accidente. Las particularidades en la configuración de algunas aeronaves pueden hacer necesario disponer una segunda carcasa, en forma de caja, para insertar parte de los sensores, por ejemplo, los sensores de inclinómetro y acelerómetro.

Para la alimentación del sistema de la presente invención, se dispone de una batería auxiliar que garantiza su funcionamiento autónomo. La batería auxiliar se conecta al sistema eléctrico principal de la aeronave para su carga, pero independientemente de si el sistema eléctrico de la aeronave está encendido o no, el sistema de la invención funcionará de manera normal mientras la batería auxiliar mantenga carga. Por otro lado, el sistema de monitorización de la presente invención dispone de dos fusibles: un primer fusible que corta la conexión con el sistema principal automáticamente en caso de exceso de consumo de la batería; y un segundo fusible que corta la alimentación de todos los dispositivos en caso de sobrecarga de los mismos. La batería auxiliar solo se desconecta totalmente retirando este segundo fusible de protección.

En la **figura 2** se observa una parte del sistema de monitorización de aeronaves ultraligeras de la presente invención, concretamente los elementos de recepción a ubicar en tierra, como son una antena de recepción **23** y un servidor **24**. La presente invención se refiere por

tanto a un sistema distribuido entre emisor (parte del sistema embarcado en la aeronave) y receptor (parte del sistema ubicado en tierra).

El receptor comprende un ordenador o conjunto de ordenadores (físico o en la nube) configurado para recibir los mensajes de cada aeronave, almacenarlos y procesarlos en sus bases de datos. Entre sus funcionalidades se encuentran las siguientes: almacenamiento de la información emitida por las aeronaves; análisis de situación y estado de la aeronave; monitorización de la envolvente de vuelo de cada aeronave; monitorización del funcionamiento del motor; localización de la aeronave (última información recibida); emisión de avisos (a usuarios configurados: jefe de vuelos, personas cercanas, etc.); emisión de alertas (a usuarios configurados: jefe de vuelos, personas cercanas, etc.); emisión de informes (vuelo, envolvente de vuelo, comportamiento del motor, horarios, etc.).

Para la consulta y gestión de la información, se dispone de una aplicación software desarrollada como interfaz para teléfonos móviles, tabletas electrónicas y ordenadores personales. Así, el propietario de la aeronave puede configurar a través de dicha aplicación, por ejemplo, qué personas o entidades tienen permitido el acceso desde el servidor, bien en tiempo real o bien en diferido, a los datos que ha autorizado de su aeronave.

En cuanto al funcionamiento operativo de la presente invención, primero hay que tener en cuenta que todos los umbrales definidos para la detección de anomalías por los usuarios, alarmas y avisos quedan supeditados al rango de funcionamiento que establecen los parámetros especificados por el fabricante de cada aeronave, los cuales garantizan el margen de seguridad del aparato. Muestra de algunos de ellos (lista no exhaustiva) son los siguientes: VNE (velocidad de no exceder o velocidad máxima) expresada en Knt o en Km/h; VF: velocidad máxima a la que deben desplegarse los alerones; Vcx: velocidad de crucero; Vc: velocidad de ascenso efectivo; Vs: velocidad de pérdida o velocidad mínima de vuelo en configuración de aterrizaje; aceleración máxima que soporta el aparato: g negativos, g positivos; Rpm motor: rango de velocidades en amarillo (aviso), verde (normal) y rojo (peligro) del régimen del motor; Rpm rotor (sólo autogiro y helicóptero): rango de velocidades en amarillo (aviso), verde (normal) y rojo (peligro) del régimen del rotor; temperaturas del motor (aceite, refrigerante, humos de escape).

Así, al instalar el sistema en la aeronave, deben añadirse todos los parámetros definidos por el fabricante de la aeronave como parámetros por defecto para los avisos de la unidad de

control. Es de forma adicional, que el propietario de la aeronave puede definir avisos y alarmas sobre determinadas limitaciones, pero siempre dentro del rango permitido por el fabricante, como por ejemplo: altura sobre el terreno; altitud máxima; velocidades máxima y mínima; aceleraciones máximas autorizadas; y cualquier otro aviso o alerta que pueda medirse mediante los sensores a fin de garantizar la seguridad de la aeronave.

En la **figura 3** se muestra detalle del funcionamiento operativo de la presente invención, donde el método de funcionamiento se inicia **29** en un modo de espera **30**. Se dispone de un interruptor **31** para activar manualmente un modo activo **33** en el que la unidad de control **4** efectúa lecturas de todos los sensores según una periodicidad asignada. Sin embargo, en ausencia de pulsación del interruptor **31**, la unidad de control **4** se mantiene en el modo de espera **30**, donde únicamente efectúa lecturas de algunos sensores cada cierto período de tiempo preestablecido, como por ejemplo lecturas del acelerómetro **11** y del inclinómetro **12** cada quince minutos. Cada lectura se compara con la lectura anterior y, si los parámetros no han variado respecto a la lectura anterior, se adopta un modo de bajo consumo. En cambio, si se detecta una variación **32** de los parámetros respecto a la lectura anterior, se envía un mensaje con la lectura de los parámetros al servidor **24** y se pasa automáticamente al modo activo **33**.

Una vez en modo activo **33**, se inicializa **34** la unidad de control **4** y se cargan **35** los parámetros establecidos por defecto. Por ejemplo, en una realización de la invención, los parámetros por defecto se corresponden con los últimos parámetros de configuración de la envolvente de vuelo que ha recibido el sistema, a la espera que le puedan llegar otros nuevos, por ejemplo, por cambio de piloto (aunque los parámetros del motor se mantienen los mismos para todos los pilotos). Tras realizar un chequeo inicial **36** de los dispositivos conectados al bus de comunicaciones **3** (donde se verifica el correcto funcionamiento del bus y los sensores, confirmando que se encuentran conectados y los valores intercambiados son correctos), la unidad de control **4** establece una conexión **37** inalámbrica con servidor y así verifica **38** que los parámetros de aviso configurados dentro de la unidad de control son correctos, actualizando a nuevos parámetros si procede.

Incluso en caso de no poder establecer la comunicación **39** antes de iniciar el vuelo, permanecen los parámetros iniciales y los últimos parámetros de configuración del vuelo anterior.

Al comenzar el muestreo **40**, la unidad de control lee **41** de forma periódica (varias veces por minuto) todos los sensores a través del bus CAN para verificar que estos están dentro de los parámetros definidos. De forma periódica (por ejemplo, cada 60 segundos) la unidad de control **4** envía a través del módulo de comunicaciones inalámbricas **5** un bloque de información que contiene la identificación de la aeronave, su posición, y los valores leídos a través del bus CAN respecto a su envolvente de vuelo y al régimen de funcionamiento del motor.

Al mismo tiempo cada lectura de datos por parte de la unidad de control **4** queda almacenada **42** en un fichero en un dispositivo lógico contenido en la misma carcasa **7** que aloja la unidad de control.

Las lecturas de datos almacenadas son al mismo tiempo procesadas **43** para detectar **44** anomalías. Mientras la unidad de control **4** no detecte ninguna anomalía, las lecturas y envío de datos siguen los tiempos preestablecidos, manteniendo **46** o reduciendo la frecuencia de ciclo. Por el contrario, en caso de que la unidad de control **4** detecte que alguno de los parámetros supervisados presenta un valor anómalo fuera de los parámetros de funcionamiento definidos o bien detecte que el piloto ha activado el botón de auxilio **6**, aumenta la frecuencia de lectura y envío de datos **45**. Esto último se hace previendo un rescate de emergencia, ya que una aeronave a 60 millas por hora recorre 1 milla (1.609 metros) en un minuto. Si se aumenta la frecuencia de envío de los datos a 10 veces por minuto, la aeronave recorre sólo 0,1 millas (160,9 metros) entre cada envío de señal, lo que permite, en adición con los datos de posición y altura, determinar con mayor precisión un posible punto de aterrizaje o impacto. Finalmente, con la frecuencia de ciclo que marca la detección o no de anomalías, se transmiten **47** los datos desde el módulo de comunicaciones inalámbricas **5**, comprendiendo el bloque de información que contiene la identificación de la aeronave, posición, valores leídos a través del bus CAN y eventuales avisos/alertas.

La unidad de control **4** seguirá en modo activo, funcionando en un bucle mientras detecte cambios de valor en las sucesivas lecturas de los sensores. Eventualmente, la unidad de control **4** detectará que no hay variación **48** de valores entre lecturas sucesivas, a continuación confirmará que no se mantiene ninguna anomalía **49** activa (lecturas de los sensores fuera de los umbrales configurados por el usuario) y procederá entonces a su apagado **50**, quedando otra vez en modo de espera **30**.

En la parte del servidor **24** los datos recibidos son posteriormente almacenados y procesados en búsqueda de anomalías y alertas. En una de las realizaciones de la invención, el servidor **24** realiza una comprobación redundante de los datos recibidos para confirmar que los valores se mantienen dentro de los mismos parámetros de funcionamiento
5 definidos para la unidad de control **4**. Así, ventajosamente puede detectarse, por ejemplo, si se ha producido un fallo puntual, un fallo persistente, un error de lectura u otro tipo de análisis estadísticos, lo que resulta en un sistema más robusto. Por otro lado, n el caso de que alguna de las señales enviadas desde la unidad de control **4** de la aeronave incorpore algún aviso o alerta, el servidor **24** enviará de forma inmediata un mensaje aviso a las
10 personas que se hayan incluido en el servidor (a través de la propia aplicación, SMS, correo electrónico, etc.), con un texto informativo de la incidencia, la gravedad de la misma y el lugar donde se ha producido.

Los elementos de la presente invención que se describen como “conectados” no deben
15 entenderse exclusivamente como “directamente conectados”, sino que pueden estar directamente conectados o pueden existir otros elementos conectados entre ellos. Por tanto, donde se habla de elementos conectados, puede entenderse que los elementos están comunicados, pero puede ser directamente o a través de otros elementos.

20 La presente invención no debe verse limitada a la forma de realización aquí descrita. Otras configuraciones pueden ser realizadas por los expertos en la materia a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el ámbito de la invención queda definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de monitorización para una aeronave ultraligera, caracterizado por que comprende:
- 5 - un primer conjunto de sensores (1) configurados para detectar al menos un primer parámetro con información de la envolvente de vuelo de la aeronave ultraligera;
- un segundo conjunto de sensores (2) configurados para detectar al menos un segundo parámetro con información de funcionamiento de un motor de la aeronave ultraligera;
- 10 - un bus de comunicaciones (3) configurado para recibir lecturas de ambos primer (1) y segundo (2) conjunto de sensores;
- una unidad de control (4) conectada al bus de comunicaciones (3), configurada para recibir las lecturas recibidas del bus de comunicaciones y determinar la presencia de una anomalía en caso de que cualquiera de las lecturas recibidas exceda unos umbrales preestablecidos por un usuario para cada parámetro; y
- 15 - un módulo de comunicaciones inalámbricas (5) configurado para transmitir a un servidor remoto, mediante una red de conexión móvil, un bloque de datos de monitorización que comprende las lecturas del primer y segundo conjunto de sensores y las anomalías determinadas por la unidad de control (4) para cada parámetro.
- 20 2. Sistema de acuerdo a la reivindicación 1 que además comprende:
- una antena de recepción (23) configurada para recibir, mediante la red de conexión móvil, el bloques de datos de monitorización transmitido por el módulo de comunicaciones inalámbricas (5); y
- un servidor remoto (24) conectado con la antena de recepción, configurado para recibir el
- 25 bloque de datos de monitorización y, como respuesta a las anomalías determinadas, generar un mensaje de aviso.
3. Sistema de acuerdo a la reivindicación 2, que además comprende:
- una interfaz de acceso (25) para usuarios, configurada para interaccionar con el servidor
- 30 (24) desde un terminal móvil de tipo teléfono inteligente o un ordenador personal.
4. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende:
- un botón de emergencia (6) conectado directamente a la unidad de control (4) y
- 35 configurado para activar una señal de emergencia en el servidor en caso de pulsación, donde el botón es acoplable a un panel de control de la aeronave.

5. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el primer conjunto de sensores (1) comprende al menos uno de la siguiente lista de sensores: sensor anemómetro (9), sensor altímetro (10), sensor acelerómetro (11), sensor inclinómetro (12), sensor GPS (13), sensor de posición de alerones (14) y sensor de posición de mandos (15).

5

6. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el segundo conjunto de sensores (2) comprende al menos uno de la siguiente lista de sensores: sensor de temperatura aceite (16), sensor de temperatura agua (17), sonda de presión combustible (18), sonda caudal combustible (19), sensor de revoluciones motor (20), sensor de revoluciones rotor (21), sonda de presión *ManiFold* (22) y sonda de temperatura de gases de escape (23).

10

7. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la unidad de control (4) comprende adicionalmente:

15

- una unidad de almacenamiento configurada para almacenar las lecturas de los sensores y almacenar unos parámetros de configuración definidos por un usuario.

8. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el bus de comunicaciones (3) es un bus de comunicaciones tipo CAN.

20

9. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende:

- una carcasa envolvente acoplable a la aeronave y configurada para alojar en su interior al menos la unidad de control (4) y el módulo de comunicaciones inalámbricas (5).

25

10. Método de monitorización para una aeronave ultraligera, caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

- detectar, por un primer conjunto de sensores (1), al menos un primer parámetro con información de la envolvente de vuelo de la aeronave ultraligera;

30

- detectar, por un segundo conjunto de sensores (2), al menos un segundo parámetro con información de funcionamiento de un motor de la aeronave ultraligera;

- recibir, por un bus de comunicaciones (3), lecturas de ambos primer (1) y segundo (2) conjunto de sensores;

- recibir, por una unidad de control (4), las lecturas del bus de comunicaciones;

35

- determinar (44), por la unidad de control, la presencia de una anomalía en caso de que cualquiera de las lecturas recibidas exceda unos umbrales preestablecidos por un usuario para cada parámetro; y

- transmitir (47), por un módulo de comunicaciones inalámbricas (5) a un servidor remoto (24), mediante una red de conexión móvil, un bloque de datos de monitorización que comprende las lecturas del primer y segundo conjunto de sensores y las anomalías detectadas por la unidad de control (4) para cada parámetro.

5

11. Método de acuerdo a la reivindicación 10 que además comprende una etapa de inicialización (29) de la unidad de control (4) que comprende los siguientes pasos:

- comparar (32) cada lectura recibida en la unidad de control con la lectura anterior recibida del mismo parámetro;

10 - mientras el resultado de la comparación registre lecturas idénticas, la unidad de control se mantiene en un modo de espera;

- en caso de detectar una variación como resultado de la comparación, determinar un modo de funcionamiento activo (33); donde el modo de funcionamiento activo resulta en:

15 - establecer una conexión inalámbrica (37), mediante la red de conexión móvil, con el servidor remoto (24) para cargar los umbrales preestablecidos por el usuario para cada parámetro; e

- iniciar la lectura (41) de los conjuntos de sensores (1, 2).

20 12. Método de acuerdo a la reivindicación 10 que además comprende una etapa de inicialización (29) de la unidad de control (4) que comprende los siguientes pasos:

- activar, por el usuario, un interruptor de modo de funcionamiento activo;

- en caso de detectar una pulsación del interruptor, determinar un modo de funcionamiento activo (33), donde el modo de funcionamiento activo resulta en:

25 - establecer una conexión inalámbrica (37), mediante la red de conexión móvil, con el servidor remoto (24) para cargar los umbrales preestablecidos por el usuario para cada parámetro;

- iniciar la lectura (41) de los conjuntos de sensores (1, 2).

30 13. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 10 – 12, donde determinar (44) por la unidad de control (4) la presencia de una anomalía, comprende además:

- aumentar (45) la frecuencia de lectura de los conjuntos de sensores.

14. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 10 – 13 donde, recibir los bloques de datos de monitorización en el servidor remoto, además comprende:

35 - generar, por el servidor, un mensaje de aviso como respuesta a las anomalías detectadas en el bloque de datos de monitorización.

15. Método de acuerdo a la reivindicaciones 14 que además comprende:

- enviar, por el servidor, el mensaje de aviso generado en un formato y a un destinatario establecidos previamente por el usuario a través de una interfaz de configuración.

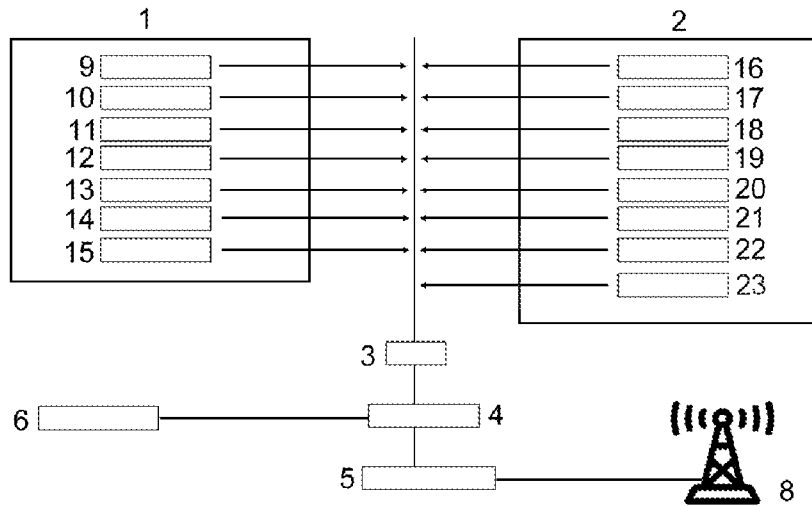


FIG.1

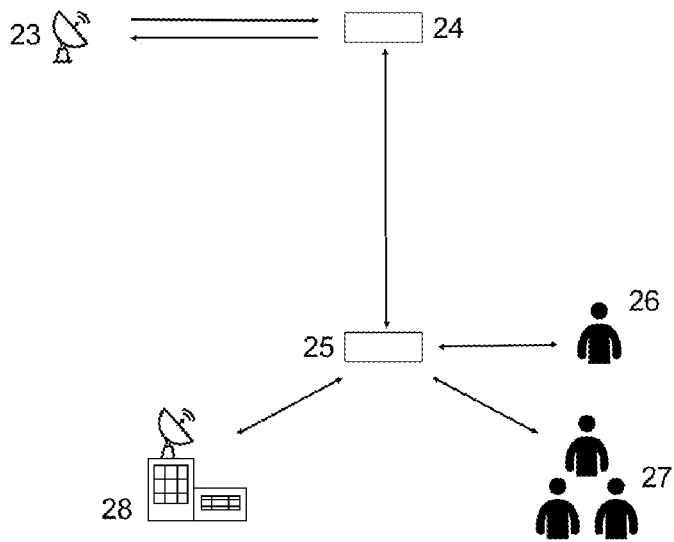


FIG.2

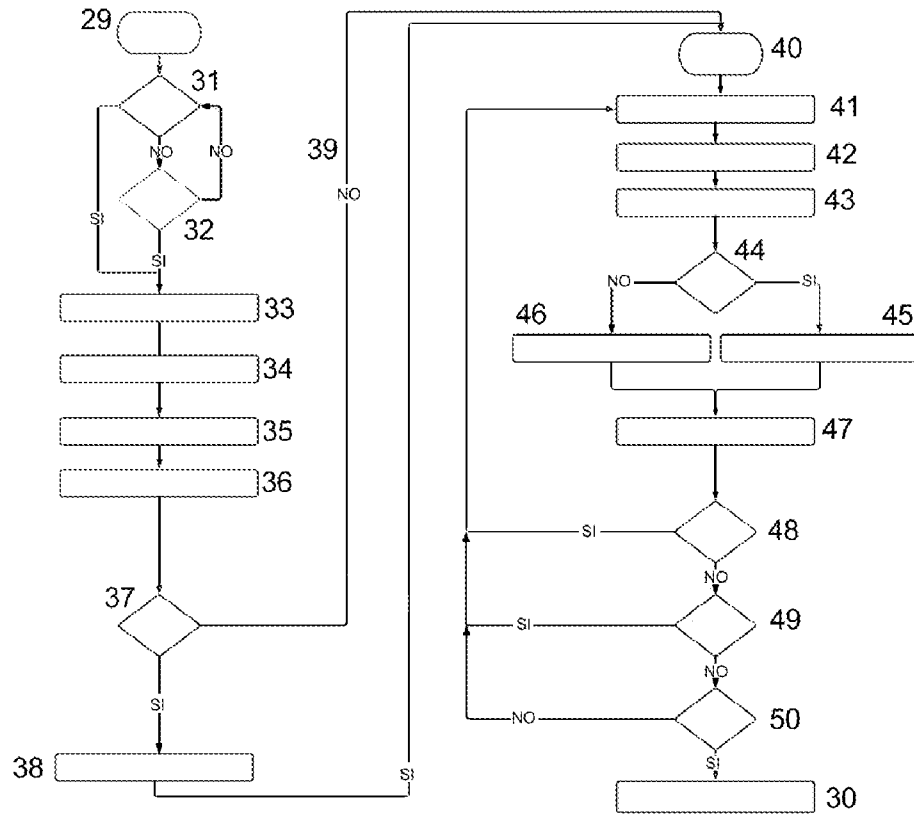


FIG. 3