

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 748**

21 Número de solicitud: 201700137

51 Int. Cl.:

**G01M 1/12** (2006.01)

**G01G 19/07** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**15.02.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.08.2018**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN  
CANARIA (100.0%)  
Juan de Quesada, 30  
35001 Las Palmas, Las Palmas de G.C. ES**

72 Inventor/es:

**ROBAINA HERNÁNDEZ , Saúl;  
GOMEZ DENIZ, Luis y  
SOCAS GUTIERREZ, Rafael**

54 Título: **Sistema electrónico para estimación de carga y centrado de aeronaves**

57 Resumen:

En la actualidad, existen aeronaves en las que se tienen que calcular la carga y el centro de gravedad de la aeronave de forma manual y estimativa, por lo que estos datos de vital importancia en la estabilidad de todas las fases de vuelo de la aeronave pueden diferir de los verdaderos con las consecuencias en pilotaje que ello conlleva. La presente invención aporta un sistema electrónico para realizar el cálculo automático de dicha carga y centro de gravedad. Su aplicación es en el sector de la tecnología aeronáutica civil, cuyo objetivo es conocer si estos datos se encuentran entre los límites de seguridad impuestos por el fabricante para el pilotaje de la aeronave.

Este sistema electrónico comprende un sistema de adquisición de datos y un dispositivo visualizador en un terminal móvil (Tablet, laptop o teléfono móvil) de propósito general. El sistema de adquisición de datos consta de un conjunto de sensores (de carga y de presión) y una unidad de control implementada con una placa microcontroladora, que se encarga de capturar las lecturas de los sensores para enviarla al sistema de visualización mediante una comunicación inalámbrica basada en una red pública de comunicaciones móviles.

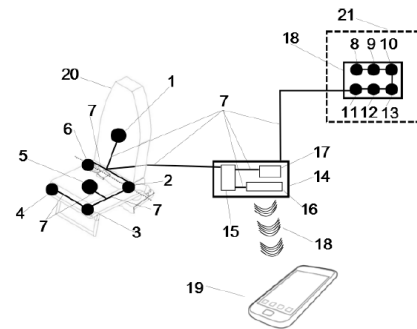


Fig. 1

ES 2 678 748 A2

## DESCRIPCIÓN

Sistema electrónico para estimación de carga y centrado de aeronaves.

### 5           **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención es de aplicación en el sector de la industria aeronáutica y, más concretamente, en el sector de la tecnología aeronáutica civil.

El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema electrónico para estimar el peso total y el centro de gravedad de una aeronave ligera, con el objetivo de asegurar si satisface los  
10 límites de seguridad impuestos por el fabricante durante todas las maniobras de vuelo (despegue, crucero y aterrizaje).

### **ESTADO DE LA TÉCNICA**

El problema a resolver, el cálculo del peso y centro de gravedad de una aeronave ligera, se realiza hasta la fecha principalmente de forma manual. Existen sistemas que resuelven este  
15 problema, éstos se apoyan en aplicaciones informáticas que tras la introducción manual de los datos de peso de la aeronave y del resto de elementos del avión (peso de los pilotos, carga, combustible, etc.), calculan de forma gráfica el peso y centro de gravedad de la aeronave. Además, estos sistemas generan alarmas cuando el peso o el centro de gravedad obtenido  
20 están fuera de los márgenes de seguridad. Como ejemplo de este tipo de aplicaciones sobre sistemas operativos iOS podemos mencionar la suite C150 Pad de Gyronimo LLC (<https://itunes.apple.com/us/app/c150-pad/id1067564808?mt=8>).

En los sistemas propuestos hasta la fecha existen dos grandes grupos bien diferenciados en función del tipo de aeronaves sobre las que se aplican:

- Aeronaves ligeras: Soluciones software,
- 25   • Aeronaves pesadas: Soluciones hardware + software,

que se describen en detalle a continuación.

**Soluciones Software**

De este primer tipo existen aplicaciones comerciales limitadas que permiten determinar los parámetros de carga y centrado de la aeronave. En este tipo de sistemas es necesario que un operador introduzca de forma manual los pesos y distribuciones de éstos sin que haya, hasta la fecha, ningún sistema automático que lo mida y verifique de forma automática. Además, actualmente tampoco existe un procedimiento estándar de cómo medir y verificar estos pesos. Ejemplos de este tipo de software puede encontrarse en la AOPA (*Aircraft Owners and Pilots Association*) (<http://www.aopa.org/News-and-Video/All-News/2012/December/4/Weight-and-Balance-apps?CMP=News:S3RM>). Otro ejemplo de este tipo de sistemas exclusivamente manuales se puede consultar en la solución de Excel PilotLogbook (<https://excelpilotlogbook.com/aircraft-weight-balance-calculator/>).

**Soluciones hardware + software**

Este tipo de sistemas permite medir los distintos pesos de la aeronave (incluido el del propio avión) mediante un sistema de sensorización adecuado. Además, permiten estimar en tiempo real cómo se va modificando el peso total y el centro de gravedad de la aeronave durante las diferentes fases del vuelo. De los sistemas mencionados existen varias patentes al respecto que cubren este segmento de aeronaves pesadas entre las que se encuentran:

1. US4507742 A Aircraft weight and balance system with automatic loading error correction.
2. US 20080119967 A1 Onboard Aircraft Weight And Balance System.

Los procedimientos y métodos de sensorización expuestos en las patentes antes mencionadas se aplican en soluciones industriales de los diferentes fabricantes de aeronaves de altas prestaciones. Como ejemplo podemos mencionar el caso de Airbus con el sistema WBS (*Weight and Balance System*, [http://cordis.europa.eu/project/rcn/35536\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/35536_en.html)), cuya primera certificación se realizó en 1993.

Otros métodos más rudimentarios basados en balanzas externas ([http://www.henkmaas.nl/english/aircraft-weighing-systems/aircraft-weighing-system\\_aw-2.htm](http://www.henkmaas.nl/english/aircraft-weighing-systems/aircraft-weighing-system_aw-2.htm)) se han utilizado ampliamente para determinar el peso y el centro de gravedad tanto en aviones ligeros como de altas prestaciones. Estos procedimientos son bastantes útiles para mejorar los métodos manuales, aunque carecen del automatismo necesario para evitar errores

humanos y generar las alarmas correspondientes salvo los que se aplican en aviones comerciales de altas prestaciones.

Actualmente no existe ningún sistema para aeronaves ligeras, específicamente diseñado para este propósito. El sistema propuesto es una alternativa diferente a las planteadas hasta ahora, ya que se trata de una solución *hardware+software* como las desarrolladas para aviones de altas prestaciones, pero aplicada a aeronaves ligeras con unos métodos y sistemas no implementados hasta ahora en este tipo de aeronaves. El sistema propuesto sólo requiere que se introduzca manualmente un único dato (peso del combustible), siendo los restantes pesos obtenidos de forma automática mediante sensores, por lo que reduce la sobrecarga de trabajo del piloto, aumentando la seguridad de las operaciones de la aeronave.

### **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención proporciona un proceso basado en elementos electrónicos para la estimación de la carga y el centro de gravedad de aeronaves, constituido por un sistema electrónico de adquisición de datos y un dispositivo visualizador.

El sistema inventado emplea un conjunto de sensores (celdas de carga y sensores de presión) para determinar el peso presente en la aeronave. A través de una unidad de control basada en un microcontrolador de propósito general, se realizan las acciones de procesar los datos obtenidos de los sensores y transmitirlos vía inalámbrica a una unidad de visualización, que procesa además los datos para obtener el centro de gravedad de la aeronave y mostrarlo en pantalla. El flujo de datos de la unidad de control y el dispositivo visualizador se realiza mediante mensajes cortos de telefonía móvil.

Este sistema electrónico proporciona una implementación única –no existente en la actualidad– para conocer el peso total y el centro de gravedad de la aeronave en el momento del despegue. Este peso será el que marque sus prestaciones y determine si se encuentra entre los márgenes de seguridad para ser pilotada. El peso en vacío del avión es un dato de diseño ofrecido por el fabricante y el del combustible es conocido a través de la medida de los aforadores (medidores del nivel de combustible). De este modo, el sistema diseñado tiene que determinar el peso de la tripulación, los pasajeros y la carga.

Para averiguar dichos pesos se utilizan los sensores de carga, cuyas lecturas irán a la unidad de control constituida por una placa microcontroladora. Esta unidad es la encargada de leer la información de los sensores y de gestionar e interpretar los datos para asegurar una buena estimación del peso que existe en el interior de la aeronave.

5 Como la estructura de la aeronave no se puede modificar por normativa de aeronavegabilidad, la unidad de control está ubicada en la cabina y es independiente al sistema electrónico que dispone la aeronave de fábrica. Por ello, se tuvo que buscar una forma para que la unidad le enviara al usuario los resultados de la medición. Para solucionar esta cuestión, se ha utilizado un dispositivo móvil, el cual dispone de una aplicación para que se comunique con la unidad de control y le solicite el peso de la aeronave. Cuando la unidad de control le envía las mediciones a la aplicación, el usuario podrá visualizar los resultados y verificar si se encuentra entre los límites establecidos por el fabricante, en caso contrario tomará las medidas pertinentes para modificar la carga de la aeronave y evitar cualquier riesgo de seguridad. La comunicación entre el dispositivo móvil y la unidad de control es inalámbrica, apoyándose en una red pública de comunicaciones móviles mediante la transmisión de mensajes de texto alfanumérico.

Este sistema electrónico se encarga de leer y analizar la información de los sensores de carga para luego mostrar visualmente al usuario los datos obtenidos, informándolo del peso y el centro de gravedad de la aeronave.

El sistema propuesto se adapta a la aeronave sin necesidad de instalarlo en fábrica, a diferencia de los sistemas en aeronaves de altas prestaciones.

### **Descripción detallada de la invención**

El nuevo sistema propuesto se compone de varias partes:

- Sistema de Adquisición y Sistema de Transmisión de Datos,
- Interfaz hombre-máquina y Sistema de Supervisión,

que se describen en detalle a continuación.

### **Sistema de Adquisición y Transmisión de Datos**

Se ha implementado con una placa microcontroladora el control del sistema electrónico para realizar de forma automática y fiable el pesaje de la aeronave. Para ello, en este bloque se ha analizado cuántos sensores hacen falta para pesar la aeronave, dónde deben ir y cómo se

comunicará este bloque con el dispositivo visualizador.

El diseño de este módulo incluye:

➤ *Sensores de carga situados en los asientos de la aeronave.*

5 El peso de toda carga situada en los asientos de la aeronave se obtiene mediante un conjunto de sensores industriales de carga (celdas de carga), colocados en la base de los asientos. Cada asiento contará con al menos uno o más sensores ubicados en cada punto de sujeción, realizándose de esta forma la medida de forma directa de lo que haya situado en cada asiento. Cada sensor tiene un fondo de escala acorde a la medida a efectuar.

➤ *Sensores de presión para identificar el estado de ocupación de los asientos de la aeronave.*

10 Cada asiento de la aeronave está dotado de al menos dos o más sensores de presión utilizados para detectar si hay o no un pasajero sentado. Para ello se sitúa uno de ellos (al menos) en el respaldo del asiento y el otro (al menos) en la base del asiento. Su objetivo es transformar una magnitud de presión en una magnitud eléctrica, en este caso, transforman una fuerza por unidad de superficie en un voltaje. Cada sensor tiene un fondo de escala  
15 acorde a la medida a efectuar.

➤ *Sensores de carga situados en la bodega de la aeronave.*

La bodega de carga de la aeronave está dotada de al menos dos o más sensores industriales de carga (celdas de carga). Estos sensores se distribuyen por toda la superficie de la bodega (*suelo de la bodega*), colocados debajo de una base donde se dispone la carga. Cada sensor  
20 tiene un fondo de escala acorde a la medida a efectuar.

➤ *Gestión de datos para la estimación de los pesos y centro de gravedad de la aeronave.*

La gestión de datos se lleva a cabo mediante la unidad de control (circuito con un microcontrolador electrónico) a la cual llegan todas las señales obtenidas por el conjunto de sensores dispuestos en la aeronave. Una vez obtenidas todas las señales, la unidad de  
25 control realiza los cálculos oportunos para determinar el peso total y el centro de gravedad de la aeronave.

Las señales de los sensores industriales de carga de nuestro sistema llegan a la unidad de

control y son leídas mediante un módulo de entradas analógicas que tiene incorporado. Dado que las señales de los sensores industriales de carga son analógicas, éstas se tienen que digitalizar. Una vez digitalizadas las señales, la unidad de control escala cada una de las señales para estimar el peso correspondiente del objeto que se ha pesado. Respecto a las  
5 señales de los sensores de presión, no necesitan ser digitalizadas ya que son señales discretas. Estas últimas señales son leídas por la unidad de control mediante el módulo de señales discretas. Sabiendo la interpretación de cada sensor, se determina si hay una persona en el asiento o no. Si un sensor tiene una presión ejercida le llega un "1" a la unidad de control, de lo contrario le llega un "0".

10 La unidad de control dispone de al menos uno o más pulsadores asociados a los periféricos del sistema, unos pulsadores ceban de energía eléctrica y otros dejan de suministrarle energía.

➤ *Sistema de Transmisión de Datos Unidad de Control-Dispositivo Visualizador.*

15 El sistema de comunicaciones entre el sistema de adquisición de datos de lecturas y el dispositivo visualizador emplea comunicación inalámbrica.

En este caso se ha optado transmitir la información mediante mensajes cortos de texto SMS (*Short MessageService*), ya que es el medio que soporta enviar información de naturaleza digital en los entornos más hostiles de cobertura. De esta forma, el sistema propuesto, basado en una red pública de comunicaciones móviles, garantiza comunicaciones fiables en  
20 tanto que haya cobertura radio en el área donde opera.

Para ello, el sistema diseñado integra un módulo de comunicaciones inalámbricas en el microcontrolador. El dispositivo receptor dispone asimismo de su correspondiente tarjeta de recepción de datos inalámbricos.

**Interfaz Hombre-Máquina y Sistema de Supervisión**

25 La invención propuesta integra una interfaz de usuario para la correcta visualización de los datos que el bloque de lecturas transmite. Esta parte del sistema comprende la propia interfaz hombre – máquina (HMI) y un *software* de comunicaciones (protocolo) para comunicar la unidad de control y el usuario.

## ES 2 678 748 A2

En esta invención, la interfaz hombre-máquina es el punto de acción con el que el usuario entra en contacto con el sistema electrónico. Se utiliza para establecer la comunicación entre la placa microcontroladora y el usuario.

5 Para el desarrollo de esta interfaz se ha utilizado un *software* compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar proyectos.

La interfaz hombre-máquina de esta invención cumple con las siguientes especificaciones:

- Permite al usuario identificarse mediante una clave de acceso personalizada.
- Muestra el peso de cada asiento por separado y el peso de la bodega de carga de la aeronave.
- 10 ➤ Muestra si los sensores del sistema se encuentran activos o no en cada momento.
- Muestra el peso total de la aeronave e indica si se encuentra con sobrepeso o no.
- Muestra el centro de gravedad de la aeronave.
- Permite al usuario introducir el peso del combustible de la aeronave.
- Permite al usuario elegir los modos de funcionamiento, el modo normal o el modo test. El modo normal es el modo en el que la unidad de control realiza las mediciones, es decir, está realizando los "Cálculos". El modo test es el modo en el que la unidad de control verifica la calibración y el buen funcionamiento de los sensores del sistema de pesaje, es decir, está realizando un "Test" para luego saber si tiene que calibrar o no.
- 15 ➤ Muestra en cada momento el estado en el que se encuentra el sistema.
- 20 ➤ Muestra el momento desde cuando se ejecuta, indicando para ello fecha y hora.
- Permite almacenar los datos en fichero para un posterior procesado.

El sistema de supervisión es la aplicación desarrollada en la interfaz que permite controlar el funcionamiento del sistema para asegurar unos resultados de calidad en el pesaje de la aeronave. Su función es dar al usuario el máximo soporte para saber el peso total de la aeronave, liberándolo de la tensión que supone una vigilancia constante de la carga introducida para calcular dicho peso de forma manual, así como, de las tareas rutinarias para la elaboración de informes periódicos de cálculos de carga de la aeronave.

25

El sistema de supervisión consta de un dispositivo, móvil o de otras características similares, conectado a la unidad de control por medio de un módulo de comunicaciones. En este caso, el sistema de supervisión se garantiza mediante una aplicación, con una interacción simple a

30



través de ventanas manejables de forma intuitiva. Por medio del sistema de supervisión la unidad de control pregunta al usuario la cantidad de combustible que tiene la aeronave para tener en cuenta su peso a la hora de realizar el cálculo del peso total de la misma. Esto se realiza de esta forma porque el combustible de las aeronaves se encuentra repartido entre sus alas, lo que dificulta la instalación de sensores para poder medir su carga.

Todas las especificaciones señaladas anteriormente, son posibles gracias al sistema de supervisión. De forma más relevante, el usuario conoce si los sensores están funcionando correctamente, si la aeronave está sobrecargada o no y si su centro de gravedad se encuentra dentro de los márgenes establecidos por el fabricante.

10 A continuación, se describirán cada uno de los elementos de la interfaz gráfica que, como mínimo, componen el sistema de supervisión para cumplir con las especificaciones de la interfaz hombre-máquina del sistema electrónico de esta invención.

En la ventana principal el usuario observa el peso de los asientos, de la bodega y el peso total de la aeronave, indicándole si existe sobrepeso o no. También, visualiza qué sensores de presión y de carga están activos o no y si hay un pasajero o un objeto en el asiento. En este panel se localiza el botón de “Cálculo”, que inicia el modo normal, el de “Test y Cálculo”, que inicia el modo test, y el botón “Repetir Cálculo”. En esta ventana se aprecian los estados más importantes del sistema que están activos o en proceso de ejecución. Desde la ventana principal el usuario tiene acceso al resto de funciones de la aplicación, pulsando en la pestaña correspondiente a la ventana que desea acceder.

20 Cuando se pulsa el botón “Cálculo” para proceder al cálculo del peso total de la aeronave, el usuario puede observar qué acción está ejecutando el sistema en cada momento, si pulsa otro botón se podrá ver una lista detallada del estado del sistema.

Existe un botón que permite al usuario observar los valores de los sensores, el usuario observa el valor de cada sensor industrial de carga y el estado de los sensores de presión de los asientos.

Accionando otro botón se podrá introducir el peso del combustible, el usuario puede introducir el peso del combustible que contiene la aeronave.

Existe un botón que cuando se pulsa se muestra las señales de confirmación, el usuario

visualiza la señal discreta que le tiene que llegar a la placa microcontroladora indicando si los periféricos se encuentran con alimentación eléctrica o no.

Accionando uno de los botones se puede ver el *centro de gravedad*, el usuario observa donde se encuentra el centro de gravedad de la aeronave.

- 5 Pulsando un botón se puede visualizar los créditos, el usuario visualiza los datos del autor y el título del sistema electrónico desarrollado.

En cada una de las ventanas anteriores, se encuentra el botón "*Cerrar*" para volver a la ventana principal.

- 10 Los inventores de la presente solicitud han comprobado en diversas pruebas el correcto desempeño del sistema electrónico de pesaje automático en diversas aeronaves ligeras.

### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 15 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, unos diagramas y una figura en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- Figura 1.- Muestra la implementación completa del sistema, incluyendo un asiento de la aeronave (20) y la bodega de carga de la aeronave (21). Semuestra una vista detallada de la disposición de los sensores de pesado (2, 3, 4, 6) y de presión (1, 5) en situados en uno de los asientos donde se realizan las medidas (asientos). Se aprecian también la disposición de los sensores de pesado (8, 9, 10, 11, 12, 13) en la bodega de carga de la aeronave y colocados sobre una alfombra o tapete (18). Todos los sensores van convenientemente cableados (7) para su correspondiente alimentación eléctrica y envío de señales de medida y control. En la unidad de control (14) está ubicado el dispositivo microcontrolador de propósito general (15), el módulo de comunicaciones inalámbricas (16) y una fuente de alimentación o batería (17) que alimenta los sistemas electrónicos. La comunicación con el dispositivo genérico visualizador de datos (19) que contiene la interfaz hombre-máquina y el sistema de supervisión es inalámbrica (18).

Figura 2.- Muestra la disposición de los sensores de pesado (8, 9, 10, 11, 12, 13) en la bodega de carga de la aeronave (21) y la unidad de control (14), que va también dispuesta en la bodega de carga. El conexionado implicado en el sistema (7) a la unidad de control no se muestra en esta figura.

5 Figura 3. – Muestra la disposición de los sensores de pesado (11, 12, 13) en la bodega de carga (21) de la aeronave (alzado: vista de frente) y la unidad de control (14). El conexionado implicado en el sistema (7) a la unidad de control no se muestra en esta figura.

Figura 4. – Muestra la disposición de los sensores de pesado (8, 9, 10) en la bodega de carga (21) de la aeronave (alzado: vista posterior) y la unidad de control (14). El conexionado  
10 implicado en el sistema (7) a la unidad de control no se muestra en esta figura.

### **EXPOSICIÓN DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

A continuación, se describe un ejemplo particular del sistema desarrollado en la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

Tal como se aprecia en la Figura 1, existe un conjunto de sensores para realizar las medidas en  
15 la aeronave. Existe un conjunto de sensores de peso (2, 3, 4, 6) situados en la parte de anclaje del asiento (20) (uno dispuesto en cada anclaje mediante correspondiente fijación mecánica no mostrados en las figuras), tal como se muestra en la Fig. 1. En esta realización se ha empleado 4 sensores para cada asiento. También se muestra en la Fig. 1 la disposición de los sensores de presión que indican el estado de ocupación de cada asiento (1, 5). En esta realización se han  
20 dispuesto dos sensores para cada asiento, uno en el respaldo (1) y otro en el asiento propiamente dicho (5). Dichos sensores se colocan en el punto central de la superficie a medir (centro del asiento y centro del respaldo respectivamente) y van sujetos a la cara interna del tapizado del asiento con un sistema de fijación adecuado (no mostrados en las figuras).

El conjunto de sensores descrito se conecta mediante cableado eléctrico, que como mínimo  
25 serán cables libres de halógenos resistentes al fuego (HFFR) con una pantalla metálica y con una armadura de acero o aluminio, a la unidad de control (14) que le suministra la potencia necesaria proveniente de una batería adecuada (17) para su correcto funcionamiento a través de pares de cableado (7). Este cableado permite también la transmisión de las señales de control y adquisición de datos (variables medidas).

La Fig. 1 muestra asimismo el conjunto de sensores de peso dispuestos en la bodega de carga (21) de la aeronave (8, 9, 10, 11, 12, 13) y colocados sobre una alfombra o tapete (18), todo ello convenientemente conectado a la unidad de control (14) mediante el cableado eléctrico (7). En esta realización se han empleado 6 sensores que se distribuyen por la superficie (suelo) de la bodega de carga de la aeronave. Los sensores van sujetos a la cara interna de una superficie que tapiza el suelo de la bodega.

En la Fig. 2(vista superior) se muestra la aeronave (22), la disposición de los sensores mencionados de la bodega de carga (21), (8, 9, 10, 11, 12, 13) y la unidad de control (14). En la Fig. 3 y en la Fig. 4 se muestra la misma información (aeronave, sensores y unidad de control) pero en las vistas frente y posterior respectivamente.

El flujo de datos de comunicación entre los diversos componentes de la invención se muestra en la Figura 1. Tal como se recoge en esta figura, una vez que se dispone de los valores medidos por el conjunto de sensores dispuestos en la aeronave y para el caso ilustrado de un único asiento (12: sensores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13), éstos se transmiten mediante cableado eléctrico convencional de los sensores a la unidad de control(14) y se acondicionan (modulación) para su posterior envío inalámbrico (18) empleando el módulo de comunicaciones de propósito general (16) . Para el caso general (no ilustrado) de más asientos, el número de sensores adecuado sería: (número de asientos) x 6 + 6 (bodega de carga).

Una vez transmitidos los datos, se reciben en la unidad de visualización genérica (19) que a su vez, se encarga de ejecutar el programa de supervisión que procesa los datos y calcula el centro de gravedad de la aeronave. En esta realización práctica, para el acondicionamiento y transmisión de datos se ha empleado un microprocesador de propósito general de bajo coste alimentado localmente con baterías. El microprocesador incorpora una tarjeta de comunicaciones inalámbricas de propósito general (16). El elemento visualizador empleado (19) es un dispositivo de comunicaciones móviles de propósito general (una *Tablet*), siendo válido cualquier dispositivo dotado de capacidad para comunicación inalámbrica (teléfono móvil o computador portátil)

El hecho de emplear sensores disponibles en el mercado y componentes de propósito general, posibilita la implementación de la invención siguiendo las explicaciones detalladas expuestas.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema electrónico para estimación de carga y centrado de aeronaves ligeras caracterizado porque comprende:

- un sistema de adquisición de datos, que consta de un conjunto de sensores de carga dispuestos en los puntos de fijación de cada asiento (4 sensores para cada asiento) y de presión (2 sensores para cada asiento) posicionados en el centro de cada asiento y de cada respaldo, que estiman, respectivamente el peso y la ocupación de asientos de la aeronave, detectando si hay un pasajero o un objeto dispuesto en el asiento. Cada sensor tiene un fondo de escala acorde a la medida a efectuar;
- un conjunto de al menos dos o más sensores de carga situados de forma simétrica por la superficie de la bodega de la aeronave. Cada sensor tiene un fondo de escala de medición acorde a la medida a efectuar;
- una unidad de control dispuesta en la bodega de carga de la aeronave, independiente del sistema electrónico que tiene la aeronave de fábrica, que contiene un microcontrolador de propósito general, que procesa los datos adquiridos por los sensores y los acondiciona (filtrado, amplificación y digitalización), una tarjeta de comunicaciones inalámbricas de propósito general que permite el envío de datos mediante comunicación inalámbrica al dispositivo visualizador y, una batería que suministra potencia necesaria para el funcionamiento del sistema (sensores, microcontrolador, tarjeta de comunicaciones);
- un conjunto de cables eléctricos que conectan cada sensor a la unidad de control para suministrar la potencia necesaria para su correcto funcionamiento y para adquirir las variables medidas;
- un sistema de supervisión que consta de un dispositivo, móvil o de otras características similares, conectado a la unidad de control por medio de un módulo de comunicaciones que permite controlar el funcionamiento del sistema para asegurar unos resultados de calidad en el pesaje de la aeronave.

2. Sistema electrónico según la reivindicación 1 caracterizado porque su sistema de supervisión depende de una interfaz hombre-máquina y de un *software* para comunicar

## ES 2 678 748 A2

entre sí la unidad de control y el usuario. Esta interfaz cumple con las siguientes especificaciones:

- a. Muestra el peso de cada asiento por separado y el peso de la bodega de carga de la aeronave.
  - 5 b. Muestra si los sensores del sistema se encuentran activos o no en cada momento.
  - c. Muestra el peso total de la aeronave e indica si se encuentra con sobrepeso o no.
  - d. Muestra el centro de gravedad de la aeronave.
  - e. Permite al usuario introducir el peso del combustible de la aeronave.
  - f. Con los datos adquiridos, se informa si la aeronave está operando en los márgenes  
10 de seguridad recomendados.
  - g. Permite al usuario elegir los modos de funcionamiento, el modo normal o el modo test. El modo normal es el modo en el que la unidad de control realiza las mediciones, es decir, está realizando los “Cálculos”. El modo test es el modo en el que la unidad de control verifica la calibración y el buen funcionamiento de los  
15 sensores del sistema de pesaje, es decir, está realizando un “Test” para luego saber si tiene que calibrar o no.
  - h. Permite almacenar los datos en fichero para un procesado adicional posterior.
3. Sistema electrónico según la reivindicación 1 caracterizado por una comunicación  
20 inalámbrica entre el sistema de adquisición de datos y el sistema de supervisión, apoyándose en una red pública de comunicaciones móviles mediante la transmisión de mensajes de texto alfanumérico (mensajes cortos de texto SMS, *Short MessageService*).

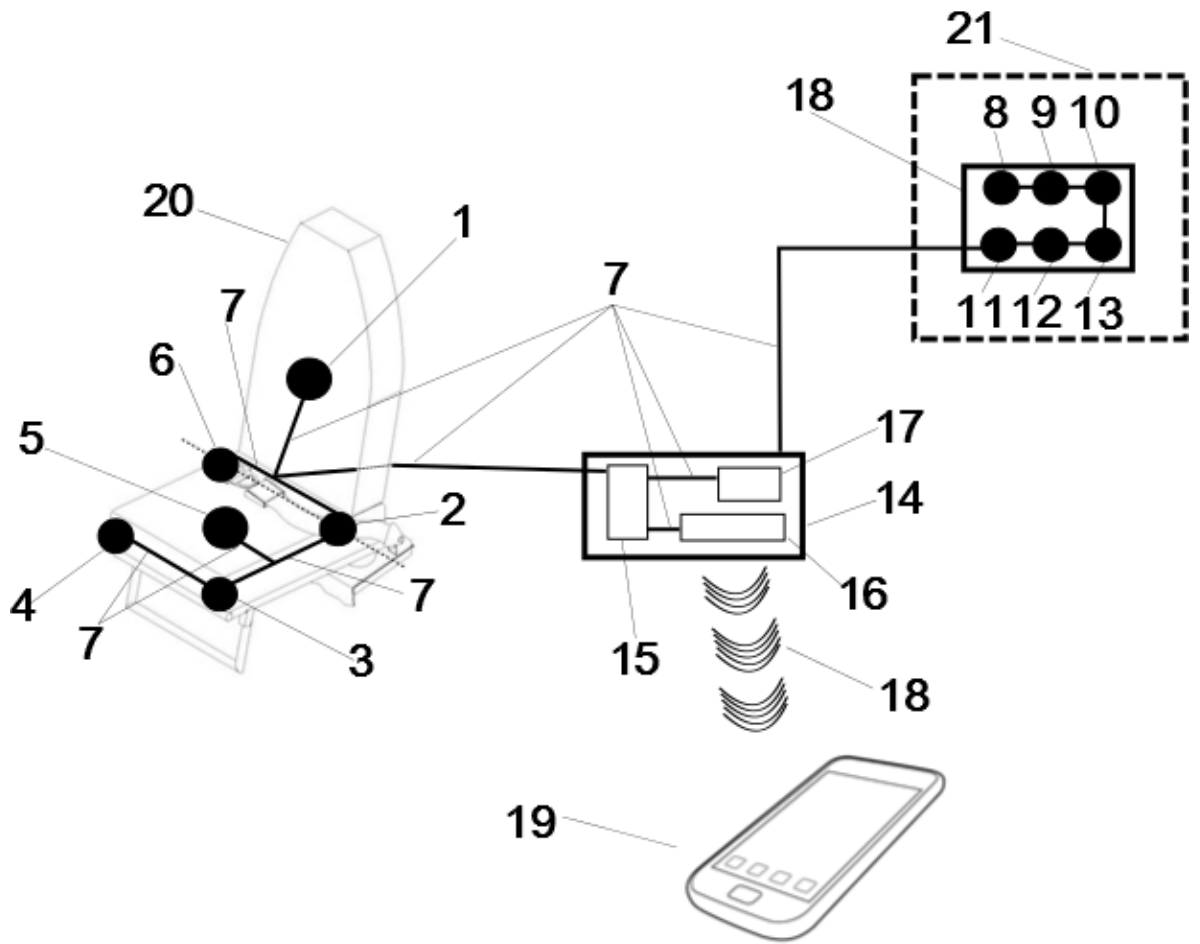


Fig. 1

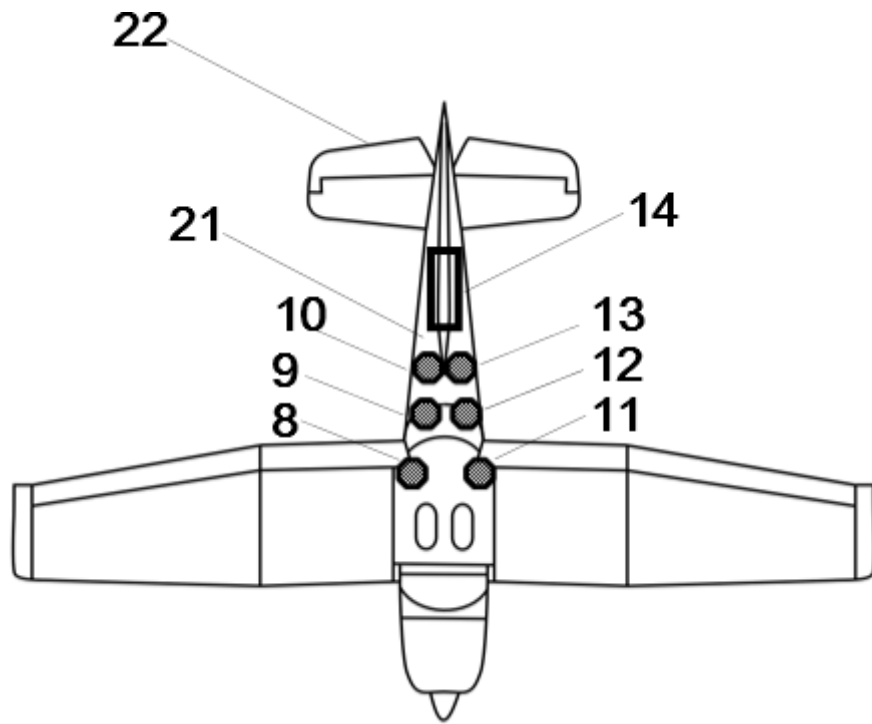


Fig. 2

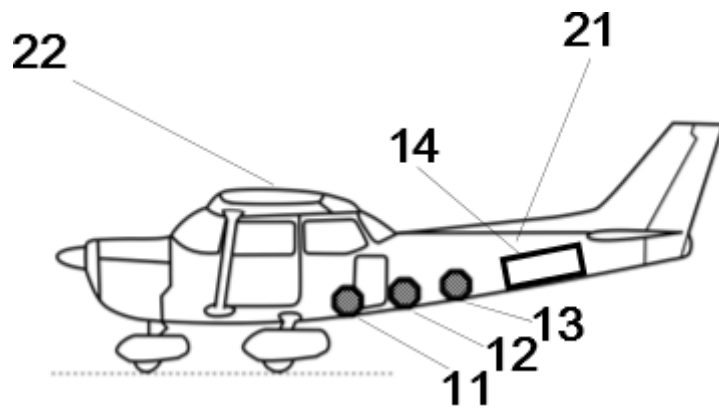


Fig. 3

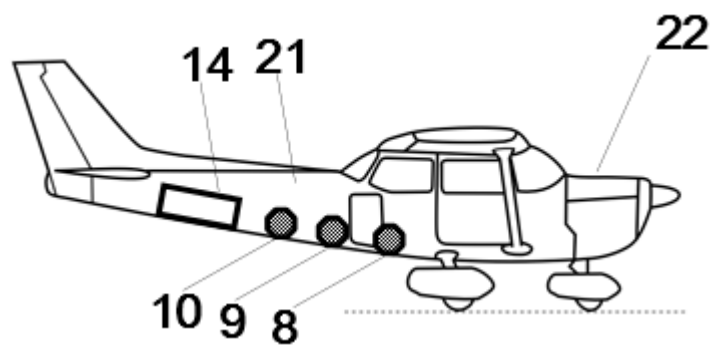


Fig. 4