

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 325**

51 Int. Cl.:

**B64D 17/80** (2006.01)

**B64D 25/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2015** **E 15382256 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** **EP 3095705**

54 Título: **Sistema y método de terminación de vuelo para vehículos aéreos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.08.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**FERREYRA, EDUARDO GABRIEL;**  
**SERROT, ENRIQUE EMILIO;**  
**LEMUS, JOSÉ LUIS;**  
**BLANCO, JOSÉ ANTONIO y**  
**LAPENA, NIEVES**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 722 325 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

Sistema y método de terminación de vuelo para vehículos aéreos

Campo técnico

5 La presente descripción se relaciona con un sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados (UAVs).

La presente divulgación también se relaciona con un método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados (UAVs).

El sistema y el método de la presente divulgación son aplicables en el campo de la ingeniería aeronáutica y, más particularmente, en el campo de la electrónica y la regulación automática para aviónica.

10 Antecedentes

Los vehículos aéreos no tripulados (UAVs) se utilizan para diversas tareas diferentes, como la monitorización del tráfico aéreo, la vigilancia, la protección contra incendios, el socorro en casos de desastre, las operaciones militares, etc. En caso de una emergencia (por ejemplo, causada por la pérdida del enlace, condiciones meteorológicas severas, etc.) siempre existe el riesgo de perder la aeronave, su carga útil, o ambos.

15 Por lo tanto, algunas aeronaves han instalado un sistema de emergencia para impedir destruir la plataforma o su carga útil. Sin embargo, con el fin de implementar dicho sistema, es necesario tener un fuerte enlace de radio entre la aeronave y la estación terrestre con el fin de conocer las circunstancias de la aeronave y tomar una decisión.

20 Un sistema de emergencia común instalado en diversas aeronaves consiste en desplegar un paracaídas en la recepción a partir de la aeronave de una señal enviada por un piloto manual o un GCS (Estación de Control en Tierra). Otra forma común de terminar un vuelo es producir una asimetría en la configuración de la aeronave al separar una parte de la aeronave, lo que obliga a la aeronave a estrellarse. Algunas otras formas de terminación de vuelo implican destruir la aeronave, por ejemplo, proporcionando un explosivo dentro de la aeronave el cual se activa al recibir una orden directa enviada a partir de un GCS o un piloto manual. Todos estos métodos tienen el inconveniente mencionado anteriormente, de necesitar un enlace de radio fuerte entre la aeronave y la estación terrestre. Los dos últimos métodos

25 tienen los inconvenientes derivados de la pérdida de la aeronave y su carga útil.

El primer método mencionado anteriormente permite guardar la plataforma (es decir, la aeronave) y tal vez su carga útil, pero no es automático, ya que se basa en la experiencia de un operador manual y también en su capacidad para reaccionar a tiempo bajo una situación de emergencia.

30 Sin embargo, en el caso de una emergencia debida a malas condiciones externas tales como condiciones climáticas o pérdida del enlace debido a terreno accidentado o interferencias, o bien debido a malas condiciones internas tales como mal funcionamiento mecánico y/o electrónico, falla del software, etc., estas circunstancias pueden derivar inevitablemente en la pérdida tanto de la aeronave como de su carga útil.

Con el fin de superar los inconvenientes mencionados presentes en los sistemas y métodos más modernos para la terminación de vuelos, se presenta un nuevo sistema y método de terminación de vuelo para vehículos aéreos.

35 Se conoce el documento FR 3012423 A1, el cual describe un dispositivo para lanzar automáticamente el paracaídas de un UAV.

El documento US 5604708 A también se conoce, el cual describe una batería a prueba de fallas para conservar una batería de respaldo.

40 Además, se conoce el documento WO 2014/080409 A1, el cual describe un aparato de seguridad para una aeronave de múltiples palas.

Además, también se conoce el documento DE 102011105059 A1, el cual divulga un dispositivo y un proceso para lanzar automáticamente un sistema de seguridad para un vehículo aéreo.

El documento DE 4239638 A1 también describe un sistema de seguridad para un vehículo aéreo.

Finalmente, el documento DE 4421 139 A1 también divulga un vehículo aéreo que comprende un sistema de seguridad.

45 Descripción

La presente divulgación se relaciona con un método (el cual puede eventualmente ser un método implementado por ordenador) de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados (UAVs) y un sistema relacionado de terminación de vuelo a bordo para vehículos aéreos no tripulados.

El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados comprende el despliegue de un paracaídas para la terminación de vuelo de un vehículo aéreo no tripulado. El método comprende usar un sistema de terminación de vuelo de acuerdo con la reivindicación 1.

5 La determinación de una emergencia importante se basa en comparar, con valores predeterminados, las mediciones tomadas por cualquier combinación de sensores internos y sensores externos, dichos sensores están de acuerdo con la reivindicación 1.

El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados comprende:

10 a. detectar señales enviadas a partir de cualquier combinación de al menos los sensores internos y los sensores externos, comprendiendo las señales datos con mediciones tomadas por cualquier combinación de los sensores internos y los sensores externos;

b. comparar, con los primeros límites de rango predeterminados, una medición comprendida dentro de una primera señal detectada;

15 c. evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada se encuentra dentro de los límites predeterminados del primer rango, en cuyo caso el método continúa esperando la recepción de otras señales;

d. evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada está fuera de los primeros límites predeterminados de rango, en cuyo caso el método continúa comparando, con los límites predeterminados de rango crítico, la medición comprendida dentro de la primera señal detectada;

e. evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada se encuentra dentro de límites de rango crítico predeterminados, en cuyo caso el método continúa mediante:

20 a) enviar una alerta a un piloto manual, a un piloto automático o a una estación de control que supervisa el vuelo, y verifica la recepción de las instrucciones correspondientes para el despliegue de un paracaídas, terminando así el vuelo;

b) desplegar el paracaídas si se reciben instrucciones para desplegar el paracaídas, terminando así el vuelo;

c) esperar la detección de señales adicionales si no se reciben instrucciones para desplegar el paracaídas;

25 f. evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada está fuera de los límites de rango crítico predeterminados, en cuyo caso el método continúa determinando una situación de emergencia importante, desplegando así el paracaídas y terminando el vuelo.

El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados comprende además:

30 - Conectar, a través de radio, la al menos una unidad de microcontrolador con el piloto manual ubicado fuera del vehículo aéreo no tripulado o la estación de control ubicada fuera del vehículo aéreo no tripulado.

- Evaluar si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control está habilitada.

- Si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control se desactiva, continuando el vuelo de manera autónoma hasta que se recupere dicha transmisión de radio.

35 El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados también puede comprender:

- Informar, mediante el piloto automático, al sistema de terminación de vuelo de las zonas de exclusión aérea.

- Verificar si el vehículo aéreo comienza a ingresar en una zona de exclusión aérea.

- Enviar un mensaje de advertencia, por el sistema de terminación de vuelo, a la estación de control en tierra que sugiere el despliegue del paracaídas.

40 El método puede comprender además evaluar si el nivel de una batería provista para alimentar el sistema de terminación de vuelo y el despliegue del paracaídas, es suficiente para garantizar el rendimiento de los sensores internos, la unidad de microcontrolador y/o el despliegue del paracaídas. Si el nivel de la batería es suficiente pero bajo, se emite una alerta. Si el nivel no es suficiente para garantizar el rendimiento de los sensores internos, la unidad de microcontrolador y/o el despliegue del paracaídas en cualquier momento durante el vuelo del vehículo aéreo no tripulado, se emite una alerta de nivel de batería insuficiente y el sistema de terminación de vuelo se apaga.

45 Además, el método comprende, en una posible realización del mismo, evaluar si el nivel de una batería provista para alimentar el propio vehículo aéreo no tripulado es suficiente para garantizar el rendimiento del vehículo aéreo no tripulado, y emitir una alerta si dicho nivel es bajo y/o no es suficiente.

Como ya se explicó, la presente divulgación se relaciona con un sistema de terminación de vuelo a bordo para vehículos aéreos no tripulados que comprende un paracaídas.

El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados comprende al menos una unidad de microcontrolador conectada a un sistema de despliegue del paracaídas.

- 5 El sistema comprende sensores internos conectados a la al menos una unidad de microcontrolador, en donde los sensores internos están configurados para medir el vuelo y las variables relacionadas con el vehículo aéreo no tripulado.

10 La al menos una unidad de microcontrolador está configurada para activar el sistema de despliegue del paracaídas y desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado cuando determina una emergencia importante durante el vuelo del vehículo aéreo no tripulado.

La unidad de microcontrolador está configurada para determinar una emergencia importante con base en la comparación, con valores predeterminados, de datos comprendidos dentro de señales detectadas que comprenden medidas tomadas por cualquier combinación de sensores internos y sensores externos; en donde los sensores externos comprenden cualquier combinación de uno o más de al menos:

- 15 o sensores que no forman parte del sistema de terminación de vuelo a bordo y con los cuales un vehículo aéreo está equipado convencionalmente, ubicados a bordo del vehículo aéreo;

o sensores ubicados fuera del vehículo aéreo no tripulado, conectados a la al menos una unidad de microcontrolador a través de radio.

La al menos una unidad de microcontrolador está configurada para:

- 20 - enviar una alerta a un piloto manual, a un piloto automático o a una estación de control que supervisa el vuelo, si la unidad de microcontrolador detecta que una medición realizada por cualquier combinación de los sensores internos y sensores externos está fuera del primer rango de límites predeterminados y dentro de los límites de rango críticos predeterminados, y verificar la detección de instrucciones para desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado, en donde la unidad de microcontrolador está configurada para, si se reciben instrucciones para desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado, activar el sistema de despliegue del paracaídas y desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado, terminando así el vuelo, y;
- 25

- activar el sistema de despliegue del paracaídas y desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado si detecta que la medición realizada por cualquier combinación de los sensores internos y los sensores externos está fuera de los límites de rango crítico predeterminados;

- 30 El sistema comprende un transmisor de radio configurado para conectar, a través de radio, la al menos una unidad de microcontrolador con el piloto manual ubicado fuera del vehículo aéreo no tripulado o la estación de control ubicada fuera del vehículo aéreo no tripulado. El sistema está configurado para:

evaluar si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control está habilitada; y

- 35 si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control se desactiva, continúa el vuelo de manera autónoma hasta que se recupere dicha transmisión de radio.

En una realización, el sistema está configurado además para:

recibir, a partir del piloto automático, información sobre las zonas de exclusión aérea;

verificar si el vehículo aéreo comienza a ingresar en una zona de exclusión aérea;

- 40 enviar un mensaje de advertencia a la estación de control terrestre sugiriendo el despliegue del paracaídas.

Los sensores internos/externos pueden comprender cualquier combinación de uno o más de al menos:

- una Unidad de Medición Inercial;

- un magnetómetro;

- un sensor de altitud;

- 45 - un barómetro;

- un giroscopio;

- Un receptor del Sistema de Posicionamiento Global.

El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados puede comprender al menos una batería provista para alimentar la unidad de microcontrolador y los sensores internos (en caso de que haya sensores internos dentro del sistema) y, en una posible realización del sistema, también se proporciona para alimentar el sistema de despliegue del paracaídas.

- 5 El sistema puede comprender una unidad de medición de nivel de batería provista para medir el nivel de la al menos una batería.

En una realización, la al menos una unidad de microcontrolador está configurada para enviar una alerta de nivel de batería insuficiente y apagar el sistema de terminación de vuelo si la al menos una unidad de microcontrolador detecta una señal que comprende datos con medidas tomadas por la unidad de medición de nivel de batería, dicha medición indica que el nivel de la batería es insuficiente para garantizar el rendimiento de los sensores internos, la unidad de microcontrolador y/o el despliegue del paracaídas.

- 10

Breve descripción de las figuras.

La Figura 1: muestra un diagrama esquemático de las diferentes fases involucradas en una realización de ejemplo del Método de Terminación de Vuelo para Vehículos Aéreos.

- 15 La Figura 2: muestra un diagrama esquemático de las diferentes fases involucradas en una etapa inicial de autocomprobación, comprendida en una realización de ejemplo del método de terminación de vuelo.

Descripción detallada

La siguiente es una descripción de una realización de ejemplo del Sistema y Método (el cual puede ser un Método Implementado por ordenador, por ejemplo) de Terminación de Vuelo para Vehículos Aéreos No Tripulados.

- 20 De acuerdo con una realización preferida del Método de Terminación de Vuelo para Vehículos Aéreos no Tripulados, el método comprende recibir señales enviadas a partir de sensores internos, dichas señales comprenden medidas tomadas por dichos sensores internos, dichos sensores internos comprenden cualquier combinación de al menos una Unidad de GPS, una unidad de medición inercial (IMU), un altímetro, un magnetómetro, un barómetro, un giroscopio y una unidad de medición de nivel de batería.

- 25 Dichos sensores internos, junto con al menos una unidad de microcontrolador a la cual están conectados los sensores internos, están comprendidos dentro de un sistema de terminación de vuelo (FTS) a bordo del cual se utiliza el presente método.

El método también comprende, en una posible realización del mismo, recibir señales enviadas a partir de sensores externos, en donde dichos sensores externos están situados fuera de la aeronave o bien están situados a bordo de la aeronave (en este caso son sensores con los cuales la aeronave está equipada de manera convencional), dichas señales comprenden medidas tomadas por dichos sensores externos, dichos sensores externos comprenden cualquier combinación de al menos una unidad GPS, una Unidad de Medición Inercial (IMU), un altímetro, un magnetómetro, un barómetro, un giroscopio y una unidad de medición de nivel de batería.

- 30

El método comprende verificar si se detectan señales de sensores internos/externos, comprendiendo dichas señales datos que comprenden las mediciones mencionadas anteriormente tomadas ya sea por sensores internos/externos. El método comprende verificar de manera independiente si dichas señales detectadas se reciben a partir de sensores internos o a partir de sensores externos.

- 35

Como ya se ha introducido, el método proporciona el uso de sensores externos, los cuales normalmente son sensores provistos dentro de la aeronave. Aunque el método también utiliza sensores internos (los cuales son sensores adicionales provistos dentro de un sistema de terminación de vuelo a bordo el cual implementa el método actual), el método también se encarga de las mediciones tomadas por sensores externos (cuando están disponibles), para mayor redundancia, aumentando así su fiabilidad.

- 40

Cuando cualquiera de las señales de cualquiera de los sensores internos no se detectan y/o las señales de cualquiera de los sensores externos no se detectan, el método comprende enviar una alerta a un piloto manual o a una Estación de Control (ubicada fuera de la aeronave, por ejemplo, a bordo de otra aeronave o en tierra -GCS-) indicando que no se están detectando las señales de uno o más de los sensores internos/externos.

- 45

El método también comprende evaluar si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador del sistema de terminación de vuelo a bordo de la aeronave y el piloto manual o la Estación de Control está habilitada. La al menos una unidad de microcontrolador está conectada a un transmisor de radio (ya sea provisto dentro del propio sistema de terminación de vuelo o bien sea el transmisor de radio con el cual está equipado convencionalmente la aeronave) el cual a su vez está conectado al piloto manual o la Estación de Control. Si, como resultado de esta evaluación, se concluye que la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y la Estación de Control/piloto manual está desactivada, el método comprende continuar el vuelo de manera autónoma, hasta que se recupere dicha transmisión de radio.

- 50

Cuando se verifica que las señales a partir de cualquiera de los sensores internos/externos no se detectan, como ya se explicó, el método comprende enviar una alerta a un piloto manual y/o a una Estación de Control (un GCS, por ejemplo) que supervisa el vuelo, y esperar las instrucciones correspondientes para desplegar un paracaídas, terminando así el vuelo.

- 5 Si se envían instrucciones con el fin de desplegar el paracaídas, terminando así el vuelo. Si se envían instrucciones para no desplegar el paracaídas, entonces el método continúa esperando la recepción de señales de sensores internos/externos.

Si, en cualquier momento durante la ejecución del método, se detecta una emergencia importante, entonces el método comprende el despliegue automático del paracaídas y la terminación del vuelo.

- 10 Una emergencia importante se considera una situación en la cual el control de la aeronave no es recuperable.

Estas situaciones pueden comprender, por ejemplo:

- pérdida de una parte/componente crítico del vehículo aéreo, tal como un ala, un estabilizador horizontal/vertical, parte del fuselaje; para un helicóptero, puede ser la pérdida de una pala, cualquier falla estructural, pérdida o mal funcionamiento de un motor, etc.;

- 15 - situaciones en las cuales el vehículo aéreo ha iniciado una maniobra sin fin, tal como un giro, una parada crítica, una trayectoria descendente rápida, o el vehículo aéreo está muy cerca del suelo;

- en el caso de vehículos aéreos comandados por un hombre, situaciones en las cuales el piloto ha abandonado la cabina o situaciones en las cuales el piloto se ha desmayado o ya no puede comandar la aeronave;

- 20 - situaciones en las cuales, a pesar de que todos los componentes funcionan correctamente, el vehículo aéreo está volando fuera de su campo de vuelo predeterminado.

Si se reciben/detectan señales de sensores internos/externos, estas señales comprenden datos que comprenden mediciones tomadas por estos sensores internos/externos, entonces el método comprende evaluar si los valores de estos datos están dentro de límites de rango predeterminados. Si estos valores se encuentran dentro de límites de rango predeterminados, entonces el método continúa esperando la recepción de nuevas señales de sensores internos/externos.

- 25 Si se encuentra que los últimos valores están fuera de los límites de rango predeterminados, entonces el método comprende evaluar si estos valores están dentro de los límites de rango crítico predeterminados. Si se encuentra que estos valores están fuera de los límites de rango crítico predeterminados, entonces el método determina que hay una emergencia importante y continúa desplegando automáticamente el paracaídas y terminando el vuelo.

- 30 Si la última evaluación concluye que los valores de los datos enviados por los sensores internos/externos están dentro de límites de rango crítico predeterminados, entonces el método comprende enviar una alerta a un piloto manual y/o a una Estación de Control que supervisa el vuelo, y esperar las instrucciones correspondientes para desplegar un paracaídas, terminando así el vuelo. Si se envían instrucciones para desplegar el paracaídas, entonces el método comprende desplegar el paracaídas, terminando así el vuelo. Si se envían instrucciones con el fin de no desplegar el paracaídas, entonces el método continúa esperando la recepción de señales de sensores internos/externos.

El método comprende además desplegar el paracaídas y terminar el vuelo si, en cualquier momento durante la ejecución del método, se envía una orden directa que indica explícitamente que el vuelo debe ser terminado a partir de un piloto manual o una Estación de Control al UAV.

- 40 El sistema de terminación de vuelo mencionado anteriormente que comprende los sensores internos y la al menos una unidad de microcontrolador comprende una batería.

El método comprende adicionalmente (ver la Figura 2) verificar (20), antes de iniciar un vuelo, el nivel de batería del sistema de terminación de vuelo, y también verificar (22), antes de iniciar el vuelo, si el nivel de batería del sistema de terminación de vuelo es suficiente para cumplir la misión requerida para el UAV.

- 45 Si el nivel de la batería no es suficiente, el método comprende emitir un mensaje (23) de advertencia que indica que el nivel de la batería es insuficiente y apagar el mencionado sistema de terminación de vuelo. Si se encuentra el nivel de batería suficiente, pero aún no está lleno, el método consiste en emitir (21) una alerta de nivel de batería bajo y continuar con el proceso (24).

- 50 El método también comprende verificar la batería del vehículo aéreo, es decir, la batería que permite que el vehículo aéreo vuele. El método comprende enviar una alerta al piloto manual y/o a la Estación de Control indicando que el nivel de la batería del vehículo aéreo es bajo o que la batería del vehículo aéreo está vacía.

Como ya se ha introducido, la presente divulgación también se relaciona con un sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos.

## ES 2 722 325 T3

El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos de acuerdo con la presente divulgación comprende cualquier combinación de al menos los siguientes componentes:

- al menos una Unidad de Medición Inercial (IMU);
- al menos un magnetómetro (preferiblemente un magnetómetro digital);
- 5 - al menos un sensor de altitud (normalmente un sensor de altitud barométrica);
- al menos un barómetro;
- al menos un giroscopio;
- al menos un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS);
- al menos una unidad de medición de nivel de batería;
- 10 - al menos una unidad de microcontrolador;
- al menos un sistema de despliegue del paracaídas;
- al menos una unidad de transmisión de radio, para enviar y recibir señales de radio;
- al menos una batería para alimentar todos los componentes antes mencionados.

15 Los componentes mencionados se encuentran a bordo del vehículo aéreo. Los primeros siete componentes mencionados anteriormente se denominan sensores internos del sistema.

Por lo tanto, el sistema comprende todos los componentes necesarios para tomar una decisión de terminación de vuelo de manera autónoma y para implementar un paracaídas para terminar el vuelo, incluso si no se recibe una señal/señal de radio de un piloto automático, un piloto manual o una Estación de Control (un GCS por ejemplo) por la unidad de transmisión de radio.

20 El sistema comprende, de acuerdo con una posible realización del mismo, una conexión a sensores externos, dichos sensores externos son los sensores con los cuales el vehículo aéreo está equipado convencionalmente y/o sensores que pueden no estar ubicados a bordo, los cuales envían señales que comprenden datos de acuerdo con las mediciones de dichos sensores, al menos a una unidad de microcontrolador. Estos sensores externos comprenden cualquier combinación de al menos una unidad de GPS, una unidad de medición inercial (IMU), un altímetro, un magnetómetro, un barómetro, un giroscopio y una unidad de medición de nivel de batería.

25 El sistema detecta señales de sus sensores internos y, si está disponible la conexión a sensores externos, también recibe y detecta señales de sensores externos. Las señales de los sensores externos (si están disponibles) se pueden enviar a la al menos una unidad de microcontrolador, ya sea por cable (en los sensores externos que están a bordo y dicha conexión está disponible) o bien a través de la transmisión de radio a través de la unidad de transmisión de radio.

30 El sistema detecta, en cualquier momento durante el vuelo, si se produce una situación de emergencia importante, en cuyo caso el sistema despliega automáticamente el paracaídas, terminando así el vuelo.

Una emergencia importante se considera una situación en la cual el control de la aeronave no se puede recuperar.

35 El sistema compara con valores predeterminados los datos comprendidos dentro de las señales recibidas a partir de sensores internos/externos, dichos datos comprenden mediciones tomadas por dichos sensores internos/externos, y luego el sistema determina si dichos datos están dentro de límites de rango predeterminados o fuera de límites de rango predeterminados.

Si los datos comprendidos dentro de las señales están dentro de límites de rango predeterminados, el sistema sigue esperando la recepción/detección de más señales.

40 Si los datos comprendidos dentro de las señales están fuera de los límites de rango predeterminados, entonces el sistema evalúa si dichos datos están dentro de los límites de rango crítico predeterminados.

Si los datos están fuera de los límites de rango crítico predeterminados, entonces el sistema determina que hay una situación de emergencia importante, y despliega automáticamente el paracaídas, terminando así el vuelo.

45 Si los datos están dentro de límites de rango crítico predeterminados, entonces el sistema envía una alerta a un piloto manual, un piloto automático y/o una Estación de Control que supervisa el vuelo, y espera las instrucciones correspondientes para desplegar un paracaídas, terminando así el vuelo. Si se envían instrucciones con el fin de desplegar el paracaídas, el paracaídas se despliega y, por lo tanto, se termina el vuelo. Si se envían instrucciones

para no desplegar el paracaídas, entonces el sistema continúa esperando la recepción/detección de señales de sensores internos/externos.

La unidad de microcontrolador analiza los datos comprendidos dentro de dichas señales y compara dichos datos con límites de rango predeterminados y con límites de rango crítico predeterminados.

5 De acuerdo con la evaluación derivada de la comparación anterior, la unidad de microcontrolador sugiere desplegar el paracaídas en una Estación de Control o un piloto manual/piloto automático, o bien decide directamente desplegar el paracaídas para salvar el vehículo aéreo y/o su carga útil, si la situación se considera de emergencia importante, como se describe anteriormente.

10 Un ejemplo básico de un algoritmo que utiliza el microcontrolador para evaluar si el paracaídas se debe desplegar o no es el siguiente:

1.- una unidad giroscópica (a partir de un IMU) proporciona un valor del eje Z que aumenta en el tiempo y excede los valores giroscópicos normales para un vuelo;

2.- un sensor barométrico da un valor de altura que disminuye con el tiempo. Sin embargo, la altitud sigue siendo segura y por encima de un umbral de emergencia;

15 3.- el sistema de terminación de vuelo (Sistema de Terminación de Vuelo -FTS-) sugiere el despliegue del paracaídas en la Estación de Control, dado que la situación no es crítica (no se considera una emergencia importante) y el piloto manual o el piloto automático aún podrían tomar control de la aeronave;

20 4.- si la aeronave continúa en esta situación durante un tiempo predefinido o hasta que alcanza una altitud de vuelo mínima predefinida, el sistema automáticamente se encarga de detener el motor (si aplica) y de desplegar el paracaídas.

La posible existencia de sensores externos los cuales, además de los sensores internos del sistema, pueden estar conectados a dicho sistema, representa una redundancia la cual contribuye con un análisis de la situación más preciso.

Un ejemplo de una posible integración con el piloto automático puede ser:

25 - el piloto automático informa al Sistema de Terminación de Vuelo (FTS) de las zonas de exclusión aérea, incluida una envolvente de la ruta o el espacio aéreo deseados;

- no obstante, por cualquier motivo, el vehículo aéreo comienza a ingresar en una zona de exclusión aérea;

- el sistema sugiere el despliegue del paracaídas al GCS.

El Sistema de Terminación de Vuelo para Vehículos Aéreos comprende, de acuerdo con una realización preferida del mismo, al menos un módulo que comprende un software de acuerdo con el método descrito anteriormente.

30 En una posible realización del sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos, el sistema en sí no comprende una unidad de receptor de radio, sino que está conectado al piloto automático del vehículo aéreo que a su vez está conectado a través del enlace de radio al GCS.

Sin embargo, el sistema está diseñado como un dispositivo independiente para ser fácilmente instalado en un vehículo aéreo y, por lo tanto, puede funcionar sin conexión al piloto automático de un vehículo aéreo.

35 El sistema está alimentado con su propia batería, con el tamaño adecuado para desplegar el paracaídas. Así, el sistema es totalmente autónomo. Además, aunque es capaz de recibir señales que comprenden datos con mediciones tomadas por sensores externos, el sistema se basa únicamente en las lecturas de sus propios sensores internos para desplegar el paracaídas.

40 Las Figuras 1 y 2 muestran diagramas esquemáticos de diferentes fases comprendidas dentro de una realización de ejemplo del método de terminación de vuelo para vehículos aéreos.

De acuerdo con la realización que se representa en la Figura 1, el método comprende:

- inicializar (1) el sistema de terminación de vuelo (Inicio de FTS o Inicio del Sistema);

45 - realizar una autocomprobación (2) inicial, en donde se verifica que se reciben los datos enviados a partir de cada uno de los sensores internos del FTS y que existe un nivel de batería suficiente (esta etapa se define con mayor precisión en la Figura 2). En esta etapa, se verifica si el nivel de la batería (o baterías) del sistema en sí es suficiente, pero también se puede verificar si el nivel de la batería del vehículo aéreo es suficiente para realizar el vuelo;

- enviar un mensaje (3) de estado a una estación de control (una Estación de Control en Tierra, GCS, por ejemplo), que comprende un informe con los resultados de las comprobaciones realizadas en la etapa anterior);

## ES 2 722 325 T3

- verificar (4) si el sistema está en modo aéreo: si el sistema no está en modo aéreo (lo que significa que el vehículo aéreo todavía está en tierra), se inhibe el despliegue del paracaídas del vehículo aéreo, lo que impide cualquier lanzamiento accidental del paracaídas que podría causar lesiones a los operadores que podrían eventualmente estar manipulando el vehículo aéreo y/o el sistema de terminación de vuelo;
- 5 - si el sistema está en modo aéreo (lo que significa que el vehículo aéreo está en el aire), el método comprende realizar una vez más (5) una autocomprobación y enviar (6) un mensaje de estado a la Estación de Control (un GCS, por ejemplo) si se detecta alguna falla;
- la siguiente etapa del método comprende verificar si un piloto manual o la Estación de Control (un GCS, por ejemplo) ha solicitado el despliegue del paracaídas (7) del vehículo aéreo; si lo tiene, el sistema activa el sistema de despliegue del paracaídas y el paracaídas se despliega (8), terminando así el vuelo (9);
- 10 - si no se ha recibido una solicitud para desplegar el paracaídas, el método comprende leer las mediciones tomadas por sus sensores (10) internos y, si están disponibles, también las mediciones (11) tomadas por sensores externos (los cuales podrían ser los sensores convencionales proporcionados dentro de la aeronave para medir el vuelo y las variables internas de la aeronave);
- 15 - el método comprende comparar (12) dichas mediciones con valores o límites almacenados predeterminados (límites de primer rango predeterminados y límites de rango crítico predeterminados);
- como resultado de la comparación (13) anterior, se pudo determinar:
  - que las mediciones están dentro de los primeros límites predeterminados (rango normal), en cuyo caso el método regresa a la etapa (4) en donde se verifica si el sistema está en modo aéreo;
  - 20 - que las mediciones están fuera de los primeros límites de rango predeterminados, pero aún dentro de los límites de rango crítico predeterminados (rango de alerta), en cuyo caso el método comprende enviar un mensaje (14) de alerta a la Estación de Control (GCS, por ejemplo) y regresar a la etapa (4) en donde se verifica si el sistema está en modo aéreo;
  - que las mediciones están fuera de los límites de rango crítico predeterminados (emergencia importante) en cuyo caso el sistema activa automáticamente el sistema de despliegue del paracaídas y despliega el paracaídas (8), terminando así el vuelo (9).
- 25
- Todas las etapas o fases del método se realizan cíclicamente de tal manera que, si no se recibe un comando en un momento determinado (enviado a partir de un piloto manual, un piloto automático o una Estación de Control) para desplegar el paracaídas del vehículo aéreo, el método sigue verificando las mediciones tomadas por los sensores internos/externos, ya que dichas mediciones podrían variar eventualmente, lo que significa que el estado del vehículo aéreo ha cambiado de rango normal a rango de alerta (o viceversa), de rango normal a una emergencia importante (o viceversa), o a partir de un rango de alerta a una emergencia importante (o viceversa).
- 30
- En una posible realización del sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos, el sistema carece de sensores internos, y solo tiene en cuenta las medidas tomadas por sensores externos para compararlas con valores predeterminados y evaluar si es necesario o no desplegar el paracaídas del vehículo aéreo.
- 35

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema a bordo de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados que comprende un paracaídas en donde el sistema comprende al menos una unidad de microcontrolador conectada a un sistema de despliegue del paracaídas, en donde el sistema comprende sensores internos conectados a la al menos una unidad de microcontrolador, en donde los sensores internos están configurados para medir el vuelo y las variables relacionadas con vehículos aéreos no tripulados, en donde la unidad de microcontrolador está configurada para activar el sistema de despliegue del paracaídas y desplegar (8) el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado cuando esta determina una emergencia importante durante el vuelo del vehículo aéreo no tripulado, y en donde la unidad de microcontrolador está configurada para determinar una emergencia importante con base en la comparación, con valores predeterminados, de datos comprendidos dentro de señales detectadas que comprenden mediciones tomadas por cualquier combinación de sensores internos y sensores externos; en donde los sensores externos comprenden cualquier combinación de uno o más de al menos:
- sensores que no forman parte del sistema de terminación de vuelo a bordo y con los cuales un vehículo aéreo está equipado convencionalmente, ubicados a bordo del vehículo aéreo;
  - sensores ubicados fuera del vehículo aéreo no tripulado, conectados a la al menos una unidad de microcontrolador a través de radio;
- en donde la al menos una unidad de microcontrolador está configurada para:
- enviar una alerta (14) a un piloto manual, a un piloto automático o a una estación de control que supervisa el vuelo, si la unidad de microcontrolador detecta que una medición tomada por cualquier combinación de los sensores internos y externos está fuera de los límites de primer rango predeterminados y dentro de límites de rango crítico predeterminados, y verificar la detección (7) de instrucciones con el fin de desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado, en donde la unidad de microcontrolador está configurada para, si se reciben instrucciones con el fin de desplegar el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado, activar el sistema de despliegue del paracaídas y desplegar (8) el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado, terminando así el vuelo (9), y;
  - activar el sistema de despliegue del paracaídas y desplegar (8) el paracaídas del vehículo aéreo no tripulado si detecta que la medición realizada por cualquier combinación de sensores internos y externos está fuera de los límites de rango crítico predeterminados;
- caracterizado porque el sistema comprende un transmisor de radio configurado para conectar, a través de radio, la al menos una unidad de microcontrolador con el piloto manual ubicado fuera del vehículo aéreo no tripulado o la estación de control ubicada fuera del vehículo aéreo no tripulado; en donde el sistema está configurado para:
- evaluar si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control está habilitada; y
  - si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control se desactiva, continuando el vuelo de manera autónoma hasta que se recupere dicha transmisión de radio.
2. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, está además configurado para:
- recibir, a partir del piloto automático, información sobre las zonas de exclusión aérea;
  - verificar si el vehículo aéreo comienza a ingresar en una zona de exclusión aérea;
  - enviar un mensaje de advertencia a la estación de control terrestre que sugiere el despliegue del paracaídas.
3. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los sensores internos comprenden cualquier combinación de uno o más de al menos:
- una Unidad de Medición Inercial;
  - un magnetómetro;
  - un sensor de altitud;
  - un barómetro;
  - un giroscopio;
  - Un receptor del Sistema de Posicionamiento Global.
4. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los sensores externos comprenden cualquier combinación de uno o más de al menos:

- una Unidad de Medición Inercial;
  - un magnetómetro;
  - un sensor de altitud;
  - un barómetro;
- 5 - un giroscopio;
- Un receptor del Sistema de Posicionamiento Global.
5. Sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende al menos una batería provista para alimentar el sistema de despliegue del paracaídas y para alimentar la unidad de microcontrolador y los sensores internos.
- 10 6. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque comprende una unidad de medición del nivel de batería provista para medir el nivel de la batería.
7. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la al menos una unidad de microcontrolador está configurada para enviar una alerta de nivel de batería insuficiente y apagar (23) el sistema de terminación de vuelo si al menos una unidad de microcontrolador detecta una señal que comprende datos con la medición tomada por la unidad de medición del nivel de la batería, la medición indica que el nivel de la batería es insuficiente para garantizar el rendimiento de los sensores internos, la unidad de microcontrolador y/o el despliegue del paracaídas.
- 15
8. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de microcontrolador está configurada para considerar como una emergencia importante la detección de señales representativas de cualquier combinación de uno o más de al menos: pérdida de una parte/componente críticos del vehículo aéreo no tripulado; una falla estructural del vehículo aéreo no tripulado, y; mal funcionamiento del motor del vehículo aéreo no tripulado.
- 20
9. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de microcontrolador está configurada para considerar como una emergencia importante la detección de señales representativas de una situación en la cual el vehículo aéreo no tripulado vuela fuera de su campo de vuelo predeterminado.
- 25
10. El sistema de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de microcontrolador está configurada para considerar como una emergencia importante la detección de señales representativas de una situación en la cual el vehículo aéreo no tripulado ha iniciado una maniobra sin fin tal como un giro.
- 30
11. Un método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados que comprende desplegar un paracaídas para la terminación de vuelo de un vehículo aéreo no tripulado, en donde el método comprende usar un sistema de terminación de vuelo de acuerdo con la reivindicación 1;
- 35 en donde la determinación de una emergencia importante se basa en comparar, con valores predeterminados, las mediciones tomadas por cualquier combinación de sensores internos y sensores externos, dichos sensores de acuerdo con la reivindicación 1;
- en donde el método comprende:
- detectar (10, 11) señales enviadas a partir de cualquier combinación de al menos los sensores internos y los sensores externos, comprendiendo las señales datos con mediciones tomadas por cualquier combinación de los sensores internos y los sensores externos;
- 40
- comparar (12), con los primeros límites de rango predeterminados, una medición comprendida dentro de una primera señal detectada;
  - evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada está dentro de los primeros límites de rango predeterminados, en cuyo caso el método continúa en espera de la detección (10) de otras señales;
- 45
- evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada está fuera de los primeros límites de rango predeterminados, en cuyo caso el método continúa comparando (12), con límites de rango crítico predeterminados, la medición comprendida dentro de la primera señal detectada;
  - evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada está dentro de límites de rango crítico predeterminados, en cuyo caso el método continúa mediante:

- a. enviar una alerta (14) a un piloto manual, un piloto automático o a una estación de control que supervisa el vuelo, y verificar (7) la recepción de las instrucciones correspondientes para el despliegue de un paracaídas, terminando así el vuelo (9);
- 5 b. desplegar el paracaídas (8) si se reciben instrucciones con el fin de desplegar el paracaídas, terminando así el vuelo (9);
- c. esperar la detección (10) de señales adicionales si no se reciben instrucciones para desplegar el paracaídas;
- evaluar si la medición comprendida dentro de la primera señal detectada está fuera de los límites de rango crítico predeterminados, en cuyo caso el método continúa determinando una situación de emergencia importante, desplegando así el paracaídas (8) y terminando el vuelo (9);
- 10 caracterizado porque el método comprende además:
- conectar, por radio, la al menos una unidad de microcontrolador con el piloto manual ubicado fuera del vehículo aéreo no tripulado o la estación de control ubicada fuera del vehículo aéreo no tripulado;
- evaluar si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control está habilitada;
- 15 si la transmisión de radio entre la al menos una unidad de microcontrolador y el piloto manual o la estación de control está deshabilitada, continúa el vuelo de manera autónoma hasta que se recupere dicha transmisión de radio.
12. El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende:
- informar, mediante el piloto automático, al sistema de terminación de vuelo de las zonas de exclusión aérea;
- 20 comprobar si el vehículo aéreo comienza a entrar en una zonas de exclusión aérea;
- enviar un mensaje de advertencia, por el sistema de terminación de vuelo, a la estación de control en tierra que sugiere el despliegue del paracaídas.
13. El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque comprende evaluar (20, 22) si el nivel de una batería provista para alimentar el sistema de terminación de vuelo y el despliegue del paracaídas, es suficiente para garantizar el desempeño de sensores internos, la unidad de microcontrolador, y/o el despliegue del paracaídas.
- 25 14. El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque comprende emitir (23) una alerta de nivel de batería insuficiente y apagar el sistema de terminación de vuelo si se considera que el nivel de batería no es suficiente para garantizar rendimiento de los sensores internos, la unidad de microcontrolador y/o el despliegue del paracaídas en cualquier momento durante el vuelo del vehículo aéreo no tripulado.
- 30 15. El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque una emergencia importante comprende cualquier combinación de uno o más de al menos: una pérdida de una parte/componente críticos del vehículo aéreo no tripulado; una falla estructural del vehículo aéreo no tripulado, y; mal funcionamiento del motor del vehículo aéreo no tripulado.
- 35 16. El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque una emergencia importante comprende una situación en la cual el vehículo aéreo no tripulado vuela fuera de su campo de vuelo predeterminado.
- 40 17. El método de terminación de vuelo para vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque una emergencia importante comprende una situación en la cual el vehículo aéreo no tripulado ha iniciado una maniobra sin fin, tal como un giro.

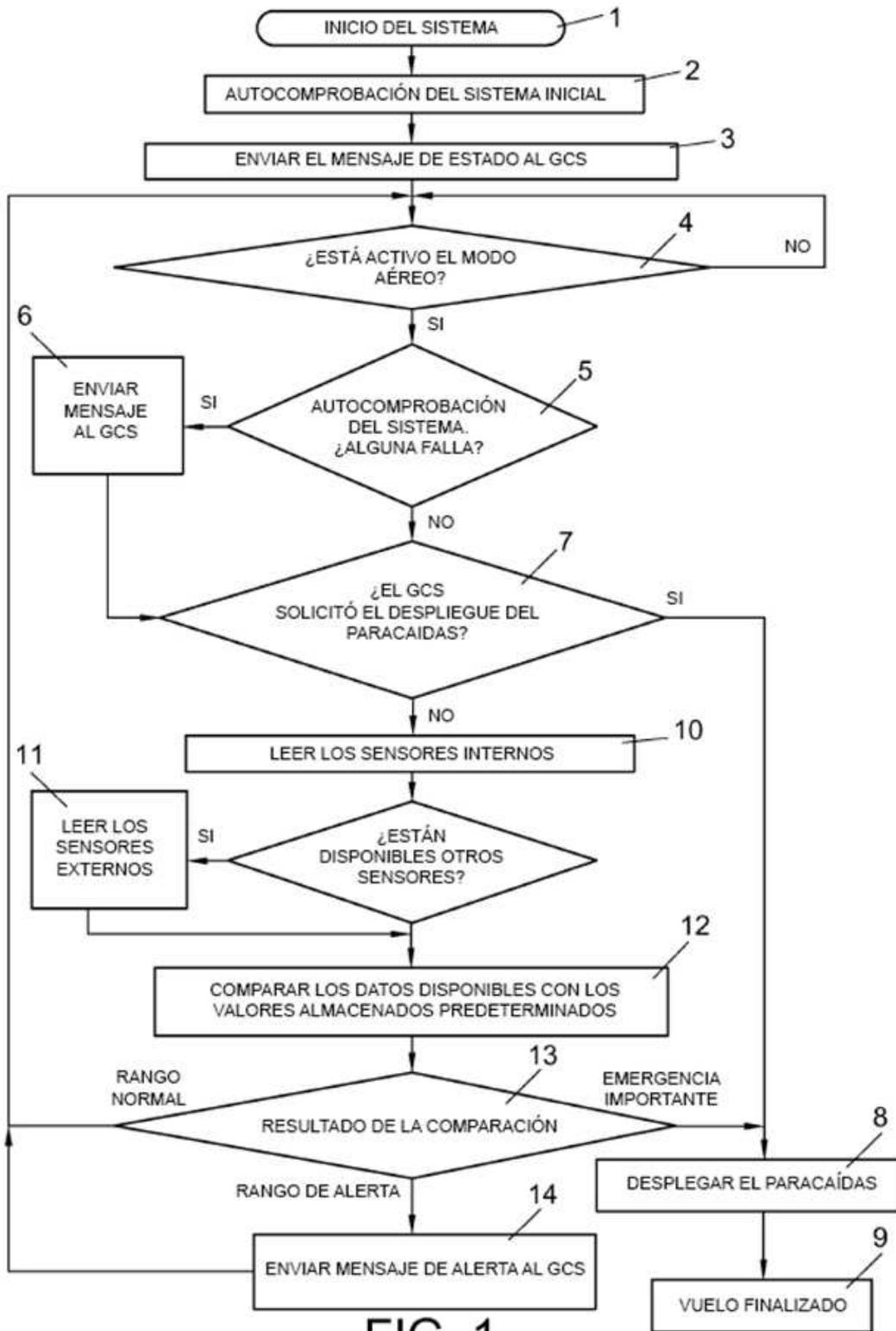


FIG. 1

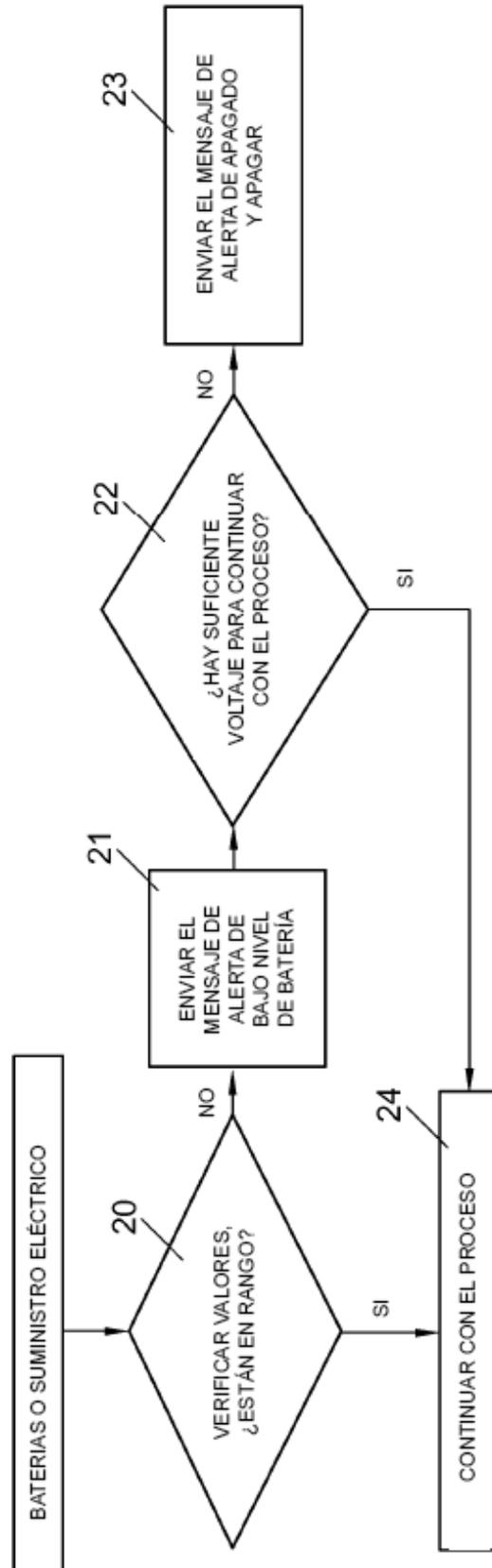


FIG. 2