

DRON PARA ATMÓSFERAS DE GASES EXPLOSIVOS

DESCRIPCIÓN

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dron para atmósferas de gases explosivos.

10 Antecedentes de la invención

CN115771628A describe un dron para minas de extracción de carbón, donde los requisitos de diseño del dron no son tan estrictos como para atmósferas de refinerías.

15 Se demanda el estado de la técnica un dron diseñado para atmósferas de gases explosivos que comprenda medios que garanticen que el dron no alcance temperaturas superiores a 200 grados permitiendo así operar en presencia de, por ejemplo, el 90% de los gases tabulados y que prevenga la aparición de chispas por electrostática para evitar la exposición de los elementos de riesgo a la potencial mezcla de sustancias explosivas.

20 La presente invención satisface esta demanda.

Descripción de la invención

25 La presente invención se refiere a un dron para atmósferas de gases explosivos. El dron comprende seguridad constructiva y operativa para poder operar en instalaciones de aceite y gas.

30 El aspecto principal de la invención se refiere a un dron para atmósferas de gases explosivos, que comprende medios de propulsión que comprende hélices conectadas a rotores coaxiales, una envolvente presurizada conectada a los medios de propulsión y que comprende material polimérico con cargas conductivas, donde la envolvente presurizada comprende una primera tapa, un anillo central y una segunda tapa, donde un primer espacio definido entre la primera tapa y el anillo central aloja

5 unidad de control del dron para el control de los medios de propulsión, donde un segundo espacio definido en el anillo central aloja la electrónica de potencia para la alimentación de los medios de propulsión y donde un tercer espacio definido entre la segunda tapa y el anillo central aloja uno o más sensores de control y adquisición de datos.

 En un ejemplo, los medios de propulsión comprenden 4 rotores coaxiales o motores conectados a 4 hélices.

10 Las 4 hélices están fabricadas con materiales adecuados (e.g. madera, polímero con carga conductiva o fibra de carbono con pintura o capa de barniz con cargas conductivas) y protegidas ante el impacto contra estructuras y objetos susceptibles de ser inspeccionados por el dron. Cada motor dispone de protección térmica mediante sondas NTC o RTD que activan una señal de corte por cada motor en caso
15 de fallo.

 En otro ejemplo, el dron puede comprender hasta 8 rotores coaxiales o motores conectados a las 4 hélices, es decir, un motor redundante por hélice. En este ejemplo el dron está preparado para operar con la desconexión de hasta 4 motores.

20 En un ejemplo, los rotores coaxiales son motores “brushless” o “sin escobillas” de tipo *inrunner* y alimentados mediante baterías de litio.

 En un ejemplo, el material polimérico con cargas conductivas comprende polímero o
25 pintura polimérica.

 En un ejemplo, la envolvente presurizada comprende laberintos de presión y juntas tóricas establecidas en los laberintos de presión en planos de conexión entre la primera tapa y el anillo central y entre la segunda tapa el anillo central para prevenir
30 fugas y conseguir hermeticidad.

 En un ejemplo, la envolvente presurizada comprende uno o más orificios adaptados para la configuración de una o más prensaestopas (de poliamida) configurados para sellar cables eléctricos de la envolvente presurizada.

En un ejemplo, la primera tapa y la segunda tapa comprenden una forma abovedada.
En un ejemplo, los uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende cámaras y la segunda tapa comprende visores transparentes.

- 5 En un ejemplo, los uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende sensores térmicos, de gases, de presión y/o una sonda de ultrasonidos.

En un ejemplo, el anillo central comprende fibra de carbono.

- 10 En un ejemplo, la primera tapa comprende una válvula de presurización y la segunda tapa comprende una válvula de despresurización, donde uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende sensores de presión.

- 15 En un ejemplo, la unidad de control del dron comprende una batería para el funcionamiento autónomo de la unidad de control.

En un ejemplo, el tercer espacio aloja un ordenador de a bordo configurado para recoger y gestionar la información recogida por los uno o más sensores de control y adquisición de datos.

20

Seguridad del Dron

Para la seguridad del dron que permita su correcto funcionamiento en atmósferas de gases explosivos, el dron comprende medios de monitorización y redundancia:

- 25 - En relación con redundancia, el dron puede comprender hasta ocho rotores coaxiales y dos baterías de litio permitiendo prevenir accidentes en caso de fallo en alguno de los sistemas de propulsión (motores, variadores, salida de la controladora, batería).
- 30 - En relación con monitorización, el dron comprende sensores para medir las temperaturas de cada uno de los motores.
- El dron comprende sensores redundantes para monitorizar la presión y temperatura internas de la envolvente (e.g. garantizar que la temperatura interna de la envolvente no alcance los 200°C y obtener lecturas de presión correctas).

- 5 - El dron cuenta con un circuito de seguridad intrínseca diseñado y construido de tal forma que físicamente no puede producir cortocircuitos o superpotencias. El circuito de seguridad intrínseca es el encargado de alimentar todos los sensores de seguridad del dron de manera segura, tanto internos como externos. El circuito de seguridad intrínseca está activo en todo momento, dado que lleva una batería propia permitiendo presurizar el dron antes de encenderlo. De esta forma, los sensores en funcionamiento ya están en marcha y la presurización no afecta a sus lecturas de inicio.

10 El dron comprende cámaras, así como medios para teledetección por LIDAR para obtener información del entorno en formato de nubes de puntos y reconocer y construir el entorno en tiempo real. En base a dicha información, el dron es capaz de realizar navegación autónoma teniendo en cuenta su entorno y previniendo colisiones contra objetos tanto esperados como inesperados que pudieran hallarse en el lugar de la inspección.

15 El dron comprende una sonda de ultrasonidos para realizar ensayos NDT tales como la medición de espesores de infraestructura.

20 El dron está orientado a la instalación de diversos sensores para toma de datos específica, tales como cámaras de detección de gases o incluso detectores de gases.

Previsión de chispas por electroestática:

25 Para prevenir chispas por electroestática que pueden causar fuego o explosiones en atmósferas explosivas, las piezas que forman la envolvente están fabricadas en polímero con cargas conductivas en una primera realización, o con un acabado con pintura con cargas conductivas en una segunda realización.

Limitación de temperatura:

30 Controlar la temperatura tanto en el interior del dron como en los elementos externos permite por un lado verificar que el dron funciona con normalidad, y por otro alertarnos en caso de que la temperatura se dispare inesperadamente que el dron

pueda abandonar la zona explosiva lo antes posible. Las temperaturas de 200°C no deberían alcanzarse en ningún momento, no obstante, se controlan.

Detectar la temperatura ambiente y evitar exponer al dron a temperaturas alrededor de 200 grados o superior es una condición para que el dron pueda operar de manera segura en presencia de más del, por ejemplo, 90% de sustancias tabuladas. Los gases inflamables se clasifican en tablas por grupos de gases y por temperaturas de ignición. Garantizando que se cumplen estos requisitos, se puede asegurar el vuelo seguro en presencia de hasta el 90% de las sustancias tabuladas, registradas, reconocidas, etc. lo cual permitiría al dron volar en la gran mayoría de refinerías (siempre gas, no polvo).

El dron comprende dos sensores de temperatura que enviarán una señal de alarma si se alcanzan unos valores de temperatura cercanos o superiores a los 200 grados y se podrá abortar la misión o cortar la alimentación del elemento en fallo dependiendo del caso. En el caso de que, por ejemplo, un motor disparase su temperatura en comparación con el resto, podemos optar por apagarlo en vuelo como medida de emergencia. Gracias a la redundancia en el sistema de propulsión, podemos garantizar la seguridad e integridad del equipo y las instalaciones tras dicha acción de corte de alimentación.

Envolvente del Dron

La estructura del dron de acuerdo con la presente invención que comprende una envolvente presurizada que permite separar la aviónica (i.e. parte de control del dron) de la electrónica potencia y del conjunto de sensores para minimizar las interferencias que la electrónica potencia y el conjunto de sensores generan en la aviónica. Además, la estructura de envolvente propuesta separa la parte de potencia (no sujeta a reemplazo) del conjunto de sensores que sí pueden necesitar reparación o intercambio. Así pues, con la envolvente de acuerdo con la presente invención se facilita la operativa de extracción de datos y mantenimiento.

A nivel mecánico, resulta de interés alojar la electrónica de potencia en el anillo central de la envolvente presurizada (el anillo central comprende mayor rigidez

estructural al comprender fibra de carbono) y usar dos 'tapas' para cubrir el resto de los elementos internos a modo de cápsula en una realización preferente.

5 La envolvente presurizada puede ser la forma óptima de contemplar los accesos al exterior (cableado del dron) desde la envolvente presurizada, minimizando puntos débiles en el chasis de la envolvente presurizada y picos de presión internos (en momentos puntuales como contacto con estructuras, despegues y aterrizajes).

10 No alcanzar temperaturas cercanas a los 200° es un requisito que permitirá operar de manera segura en presencia de más del 90% de sustancias tabuladas.

15 No obstante, dos sensores de temperatura enviarán una señal de alarma si se alcanzan unos valores de temperatura determinados cercanos o superiores a 200° y se podrá abortar la misión o cortar la alimentación del elemento en fallo dependiendo del caso.

Descripción de los dibujos

20 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del dron de acuerdo con la presente invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, unas figuras esquemáticas donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

25 La figura 1 muestra una realización preferente del dron de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 muestra una vista en explosión de la envolvente.

La figura 3 muestra el anillo central de la envolvente.

Realización detallada de la invención

30 La figura 1 muestra el dron (100) de seguridad operacional para inspección industrial exterior, diseñado para operar en zonas susceptibles de formación ocasional de atmósferas explosivas. Debido a la potencial presencia de atmósferas inflamables en

estas áreas, el dron (100) comprende características que previenen la exposición de los elementos de riesgo a la potencial mezcla de sustancias explosivas.

5 En la realización preferente, el dron (100) para atmósferas de gases explosivos comprende medios de propulsión (110) que comprende hélices (110a) conectadas a ocho rotores coaxiales (110b).

10 El dron (100) se caracteriza por comprender rotores coaxiales (110b) contruidos con sistemas comunes de las aeronaves de propulsión vertical y aislados del contacto con gases inflamables. Los elementos que inevitablemente han de estar expuestos a estos gases han sido desarrollados a medida para cumplir con las necesidades operativas requeridas en entornos explosivos.

15 En esta realización preferente, el dron (100) se propulsa a través de ocho motores sin escobillas fabricados a medida para las dimensiones y características de seguridad operacionales del dron (100). Cada uno de los motores empleados en el dron (100) está certificado individualmente bajo una serie extensiva de requisitos materiales y dimensionales.

20 Los rotores coaxiales (110b) incorporados en el dron (100) son del tipo *inrunner*, donde la única parte móvil externa del mismo es el propio eje del motor. Construido bajo las premisas definidas, se trata de un motor que está protegido contra los depósitos de polvo y las proyecciones de agua procedentes de cualquier dirección.

25 Los rotores coaxiales (110b) han sido diseñados para ser alimentados con baterías de litio (170) LiPo y levantar hasta varios kilos de manera independiente, de tal forma que en caso de emergencia puedan desconectarse hasta cuatro motores y los restantes sean suficientes para devolver el dron (100) a tierra en condiciones seguras.

30 Estructuralmente, la cubierta del rotor coaxial (110b) es de aluminio con una hoja de composición de materiales que excluye concentraciones de magnesio y titanio.

El dron (100) comprende una envolvente presurizada (120) conectada a los medios de propulsión (110) y que comprende material polimérico con cargas conductivas. La

envolvente presurizada (120) comprende una primera tapa (130), un anillo central (140) y una segunda tapa (150).

5 La figura 1 muestra la envolvente presurizada (120), ésta se compone de un anillo central (140) y de la primera tapa (130) y la segunda tapa (150) en forma de cúpulas. Tanto la envolvente presurizada (120) como el chasis y los brazos del dron (100) están diseñados y fabricados en un polímero con cargas conductivas desde un punto de vista de seguridad constructiva, previniendo la aparición de chispas por electrostática y en caso de colisión o accidente del vehículo.

10 Así pues, las tres piezas son fabricadas en polímero con concentración de cargas conductivas que eliminan las propiedades electrostáticas de los plásticos, mitigando así una de las principales causas de ignición de gases inflamables.

La figura 2 muestra la envolvente (120) del dron (100) de acuerdo con la presente invención. La envolvente presurizada (120) comprende la primera tapa (130), el anillo central (140) y la segunda tapa (150).

15 La figura 2 muestra un primer (A) espacio definido entre la primera tapa (130) y el anillo central (140). El primer espacio (A) aloja la unidad de control del dron para el control al menos de los medios de propulsión.

La unidad de control comprende los componentes y sensores electrónicos tanto para el control del dron (100) como para la toma y análisis de datos en tiempo real.

20 La unidad de control se encuentra protegida por la envolvente presurizada (120) que aísla estos componentes de elementos y condiciones exteriores hostiles tales como temperatura, humedad, ambientes corrosivos, gases nocivos o inflamables, etc.

Particularmente, la unidad de control comprende un sistema de seguridad frente a una eventual pérdida de presión mediante la activación de señales tempranas, para 25 sacar el dron (100) de zona clasificada antes de que la presión llegue a niveles que comprometan la seguridad del entorno.

La figura 2 muestra un segundo espacio (B) definido en el anillo central (140) el cual aloja la electrónica de potencia para la alimentación de los medios de propulsión.

La figura 2 muestra un tercer espacio (C) definido entre la segunda tapa (150) y el anillo central (140) el cual aloja uno o más sensores de control y adquisición de datos controlados por la unidad de control.

5 En el tercer espacio (C) se halla la sensórica de inspección visual que proceda en cada caso: imágenes RGB, térmicas, o de gases, así como un pequeño ordenador de a bordo encargado de recoger y gestionar la información recogida.

Como parte de sensores de control y adquisición de datos, el dron (100) comprende cámaras con sensores de distintas tipologías y orientaciones frontal y cenital, además de geometría a modo de tren de aterrizaje.

10 Como parte de sensores de control y adquisición de datos, el dron (100) comprende una sonda de ultrasonidos (160) configurada para la realización de inspecciones NDT tales como medidas de espesor o detección de defectos en estructuras metálicas.

La alimentación del dron (100) se realiza mediante dos "packs" de baterías de Litio (170) integradas en cubiertas de seguridad y externas al dron (100) que permiten el rápido intercambio de baterías de litio (170) sin condicionar el dron (100) con largos
15 periodos de espera durante su carga.

Las baterías de litio (170) del dron (100) están compuestas por varias celdas en serie de litio de alta tasa de descarga. El dron (100) monta dos baterías de litio (170) independientes para alimentar distintos circuitos de propulsión por separado,
20 garantizando la alimentación redundante.

La figura 3 muestra el anillo central (140) que comprende una estructura interna de fibra de carbono. Esta estructura cuenta a su vez con refuerzos para dotar de mayor rigidez y estabilidad dimensional a las tapas o cúpulas superior e inferior.

25 Para preservar la presión en el interior de la envolvente presurizada (120), el anillo central (140) cuenta con laberintos de presión (140a) para juntas tóricas. Las fugas de presión se previenen repartiendo uniformemente la presión sobre las juntas tóricas ubicadas en los laberintos de presión (140a).

La presión absoluta en el interior de la envolvente presurizada (120) es superior a la presión atmosférica, previniendo así el acceso de aire al interior de la misma. El gas
30 empleado para la presurización es el nitrógeno. Debido a su densidad menor que la

del aire, la envolvente presurizada (120) en la tapa superior (130) cuenta con una válvula de carga y la tapa inferior (150) con una válvula de descarga.

5 La presión en el interior de la envolvente presurizada (120) es monitorizada por motivos de seguridad y redundancia por dos sensores de presión independientes de alta precisión. La lectura de los sensores la realiza el ordenador de a bordo del dron (100) a través de un circuito de seguridad. El ordenador actualiza con alta frecuencia las lecturas del sensor de presión, y notifica al instante en caso de anomalía en alguna de las lecturas. Si por algún motivo la presión disminuye dentro del dron (100), el ordenador emitirá señales de alarma a los operadores del dron (100) para abortar la misión y salir de la zona de riesgo a la mayor brevedad.

10 La envolvente presurizada (120) cuenta con seis puntos de salida para el cableado, gestionados a través de prensaestopas de poliamida.

15 La figura 3 muestra el anillo central (140) sin las juntas tóricas, así como cuatro prensaestopas de poliamida (140c).

La junta tórica es una junta en forma de anillo de material elástico que se utiliza para prevenir fugas entre dos superficies y conseguir hermeticidad.

20 Los prensaestopas de poliamida (140c) tienen el mismo funcionamiento que la junta tórica, pero para sellar tubos o cables eléctricos. En este caso, los cables que provienen del interior de la envolvente presurizada (120).

25

30

REIVINDICACIONES

1. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos, que comprende:
 - medios de propulsión (110) que comprende hélices (110a) conectadas a rotores coaxiales (110b);
 - envolvente presurizada (120) conectada a los medios de propulsión (110) y que comprende material polimérico con cargas conductivas,
 - donde la envolvente presurizada (120) comprende una primera tapa (130), un anillo central (140) y una segunda tapa (150),
 - donde un primer (A) espacio definido entre la primera tapa (130) y el anillo central (140) aloja unidad de control del dron (100) para el control al menos de los medios de propulsión,
 - donde un segundo espacio (B) definido en el anillo central (140) aloja la electrónica de potencia para la alimentación de los medios de propulsión; y
 - donde un tercer espacio (C) definido entre la segunda tapa (150) y el anillo central (140) aloja uno o más sensores de control y adquisición de datos.
2. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con la reivindicación 1, donde los medios de propulsión (110) comprende cuatro rotores coaxiales (110b) conectados a cuatro hélices (110a), respectivamente.
3. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con la reivindicación anterior, donde los medios de propulsión (110) comprende además cuatro rotores coaxiales redundantes conectados a las cuatro hélices (110a), respectivamente.
4. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con la reivindicación 3, que además comprende baterías de litio (170), y donde los rotores coaxiales y los rotores coaxiales redundantes son motores sin escobillas de tipo *inrunner* alimentados mediante las baterías de litio (170).

5. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde el material polimérico con cargas conductivas comprende polímero o pintura polimérica.
6. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con las reivindicaciones anteriores donde la envolvente presurizada (120) comprende laberintos de presión (120a) y juntas tóricas establecidas en los laberintos de presión (140a) en planos de conexión entre la primera tapa (130) y el anillo central (140) y entre la segunda tapa (15) el anillo central (140) para prevenir fugas y conseguir hermeticidad.
7. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con las reivindicaciones anteriores donde la envolvente presurizada (120) comprende uno o más orificios (140b) adaptados para la configuración de una o más prensaestopas de poliamida (140c) configurados para sellar cables eléctricos provenientes de la envolvente presurizada (120).
8. Dron (100) para atmósferas de gases explosivos de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde la primera tapa (130) y la segunda tapa (150) comprenden una forma abovedada.
9. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde los uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende cámaras y la segunda tapa (150) comprende visores transparentes.
10. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde los uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende sensores térmicos, de gases, de presión y/o una sonda de ultrasonidos (160).
11. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde los uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende sensores redundantes para monitorizar la presión y la temperatura interna de la envolvente presurizada (120).

12. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde el anillo central (140) comprende fibra de carbono.
13. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde la primera tapa (130) comprende una válvula de presurización y la segunda tapa (150) comprende una válvula de despresurización, donde uno o más sensores de control y adquisición de datos comprende sensores de presión.
14. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de control comprende una batería propia para el funcionamiento autónomo de la unidad de control.
15. Dron (100) para atmósferas de gases de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde el tercer espacio (C) aloja un ordenador de a bordo configurado para recoger y gestionar la información recogida por los uno o más sensores de control y adquisición de datos