

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 898 950**

51 Int. Cl.:

**F26B 25/22** (2006.01)

**G05D 22/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2019** **E 19168051 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.08.2021** **EP 3553438**

54 Título: **Sistema y procedimiento para detectar la presencia de agua líquida en estructuras de tipo sándwich**

30 Prioridad:

**10.04.2018 IT 201800004349**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.03.2022**

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)  
Piazza Monte Grappa 4  
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**IANNONE, MICHELE y  
COPPOLA, GIAMPIERO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 898 950 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 procedimiento para detectar la presencia de agua líquida en estructuras de tipo sándwich

5 La presente invención se refiere, en general, a sistemas de monitorización de estructuras aeronáuticas.

En aeronáutica, a menudo, se usan estructuras de tipo sándwich, es decir, estructuras constituidas por dos láminas exteriores, separadas por un núcleo muy ligero, en general, constituido por una estructura en panal que las separa, lo que permite una gran rigidez flexural con un incremento limitado de peso. Las estructuras de tipo sándwich  
10 pueden ser: metálicas, con láminas fabricadas, en general, de aluminio (y a veces titanio) y núcleos de panal fabricados del mismo material; o no metálicas, con láminas fabricadas de fibra de carbono, vidrio o aramida y material compuesto de matriz polimérica y núcleos de panal reforzados con fibra de vidrio o aramida. En ambos casos, la lámina y el panal se pegan con películas adhesivas. En "Moisture ingressión in honeycomb sandwich composites due to exposure to humidity" (XP008163747), Mark E. Tuttle divulga un panel de tipo sándwich con  
15 termopares y sensores de humedad incorporados dentro de la región de núcleo.

La ligereza y también el coste relativamente competitivo de las estructuras de tipo sándwich ha fomentado su uso generalizado en aeronáutica. Sin embargo, la estructura de tipo sándwich con núcleo de panal es vulnerable a un problema que puede limitar su vida útil, reduciendo también la fiabilidad de la misma: la posibilidad de que entre  
20 agua líquida en el núcleo.

En efecto, las láminas suelen ser bastante delgadas; el problema de la entrada de agua líquida se puede producir cuando la lámina tiene roturas (incluso a nivel microscópico) que comprometen la integridad, o incluso, para láminas muy delgadas, la porosidad. La entrada de agua en las construcciones de tipo sándwich para uso  
25 aeronáutico también se facilita por los ciclos de presión a los que las construcciones de tipo sándwich están expuestas durante el uso. En efecto, en la fase en la que la aeronave se incrementa en altitud tras el despegue, la presión en el exterior de la construcción de tipo sándwich tiende a disminuir y, si la construcción de tipo sándwich está sellada herméticamente, se crea tensión desde el interior hacia el exterior; por el contrario, en la fase de disminución en altitud antes del aterrizaje, la presión en el exterior de la construcción de tipo sándwich tiende a elevarse; esto, en presencia de roturas en las láminas, provoca un diferencial de presión desde el exterior hacia el  
30 interior que, especialmente al atravesar las nubes, facilita la entrada de gotas de agua en el panal. El fenómeno es absolutamente negativo, también porque el agua líquida en el interior del panal durante los ciclos de vuelo también está expuesta a importantes caídas de temperatura que provocan que se solidifique, con el efecto de rotura de las celdas del panal a través de expansión térmica que resulta de la solidificación. Por lo tanto, el uso de  
35 estructuras de tipo sándwich tanto de metal como de material compuesto está limitado por la necesidad de controles frecuentes en cuanto a la presencia de agua líquida en el interior del núcleo de panal. Uno de los procedimientos usados es la termografía por infrarrojos, que es, en particular, sensible a la presencia de agua.

Un propósito de la presente invención es hacer que esté disponible un sistema para detectar la presencia de agua líquida libre en estructuras de tipo sándwich.  
40

Para este propósito, un objetivo de la invención es un sistema para detectar agua líquida en una estructura de tipo sándwich, comprendiendo la estructura de tipo sándwich dos láminas exteriores y un núcleo de panal que interconecta de forma rígida las láminas exteriores, y en el que se obtiene una pluralidad de celdas cerradas en  
45 extremos opuestos por las dos láminas exteriores, estando dichas celdas configuradas además para estar en comunicación fluida entre sí, en el que el sistema comprende

al menos un sensor colocado dentro de una de dichas celdas, siendo dicho sensor sensible a la presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas, y  
50

una unidad de procesamiento configurada para recibir una señal de salida proporcionada por el sensor y para emitir una advertencia en caso de que exista presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas.

Además, un objetivo de la invención es un procedimiento para detectar agua líquida en una estructura de tipo sándwich, comprendiendo la estructura de tipo sándwich dos láminas exteriores y un núcleo de panal que interconecta de forma rígida las láminas exteriores, y en el que se obtiene una pluralidad de celdas cerradas en  
55 extremos opuestos por las dos láminas exteriores, estando dichas celdas configuradas además para estar en comunicación fluida entre sí, proporcionándose al menos un sensor colocado dentro de una de dichas celdas, siendo dicho sensor sensible a la presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas,

60 en el que el procedimiento comprende:

recibir una señal de salida proporcionada por el sensor y

65 emitir una advertencia caso de que exista presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas.

Ahora se describirán algunos modos de realización preferentes, pero no limitantes; haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5       - la figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de una parte de un panel de tipo sándwich, equipado con un sistema de monitorización de acuerdo con la invención; y
- la figura 2 es una vista en planta esquemática de la parte del panel de tipo sándwich mostrado en la figura 1.

10       Con referencia a las figuras, está representada una parte de una estructura de tipo sándwich, indicada conjuntamente con 10.

La estructura de tipo sándwich 10 comprende dos láminas exteriores 11 y 13, respectivamente, y un núcleo de panal 15 que interconecta de forma rígida las láminas exteriores 11 y 13.

15       Las láminas exteriores 11, 13 pueden estar fabricadas de material metálico o material compuesto, que comprenden una matriz de resina reforzada con fibras.

20       El núcleo de panal 15 puede estar fabricado de material metálico o material compuesto, que comprende una matriz de resina reforzada con fibras.

      Las láminas 11 y 13 están fijadas en los dos lados opuestos del núcleo de panal 15, por ejemplo, por medio de un adhesivo estructural.

25       Por lo tanto, en el núcleo 15 se obtiene una pluralidad de celdas 16 que están cerradas en extremos opuestos por las dos láminas exteriores 11 y 13. Las celdas 16 también están configuradas para estar en comunicación fluida entre sí, por ejemplo, a través de orificios realizados en las paredes del material de panal que separan las celdas 16 entre sí. En la figura 2, los canales para el líquido están representados esquemáticamente por rayas 17 que interconectan celdas 16 contiguas.

30       Al menos un sensor 19 está localizado dentro de una de las celdas 16. Dicho sensor 19 es sensible a la presencia de agua líquida libre en el interior de las celdas 16. En particular, el sensor 19 es un sensor de humedad. En presencia de agua líquida, la humedad en el volumen en el interior del núcleo 15 es aproximadamente de un 100 %, puesto que el núcleo 15 está fabricado de modo que permita la intercomunicación entre las celdas 16. El uso de un sensor de humedad, por ejemplo, en base a la medición de la capacidad eléctrica, permite señalar la presencia de agua a través de la lectura de la humedad interna igual a un 100 % (con la tolerancia de medición del sensor).

40       Una unidad de procesamiento 20, dispuesta, por ejemplo, a bordo de una aeronave en la que está presente la estructura de tipo sándwich 10, está configurada para recibir una señal de salida del sensor 19. La unidad de procesamiento 20 se puede conectar al sensor 19 por cable o de forma inalámbrica.

En base a la señal de salida proporcionada por el sensor 19, la unidad de procesamiento 20 puede emitir una advertencia visual y/o audible si está presente agua líquida libre en las celdas 16 de la estructura de tipo sándwich 10.

# REIVINDICACIONES

1. Un sistema para detectar agua líquida en una estructura de tipo sándwich (10), comprendiendo la estructura de tipo sándwich (10) dos láminas exteriores (11, 13) y un núcleo de panal (15) que interconecta de forma rígida las láminas exteriores (11, 13), y en el que se obtiene una pluralidad de celdas (16) cerradas en extremos opuestos por las dos láminas exteriores (11, 13), estando dichas celdas configuradas además para estar en comunicación fluida entre sí, en el que el sistema comprende  
al menos un sensor (19) colocado dentro de una de dichas celdas, siendo dicho sensor sensible a la presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas, y  
una unidad de procesamiento (20) configurada para recibir una señal de salida proporcionada por el sensor (19) y emitir una advertencia en caso de que exista presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas.
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho sensor es un sensor de humedad, y la unidad de procesamiento (20) está configurada para emitir una advertencia en caso de que la humedad relativa detectada por el sensor (19) sea igual a aproximadamente un 100 %.
3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dichas láminas exteriores están fabricadas de material de metal o de material compuesto, que comprende una matriz de resina reforzada con fibras.
4. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho núcleo de panal está fabricado de material metálico o de material no metálico, reforzado con fibras de aramida o vidrio.
5. Un procedimiento para detectar agua líquida en una estructura de tipo sándwich (10), comprendiendo la estructura de tipo sándwich (10) dos láminas exteriores (11, 13) y un núcleo de panal (15) que interconecta de forma rígida las láminas exteriores (11, 13), y en el que se obtiene una pluralidad de celdas (16), cerradas en extremos opuestos por las dos láminas exteriores (11, 13), estando dichas celdas configuradas además para estar en comunicación fluida entre sí,  
proporcionándose al menos un sensor (19) colocado dentro de una de dichas celdas, siendo dicho sensor sensible a la presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas, en el que el procedimiento comprende:  
recibir una señal de salida proporcionada por el sensor (19) y  
emitir una advertencia caso de que exista presencia de agua líquida libre dentro de dichas celdas.
6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho sensor es un sensor de humedad, y en el que el procedimiento comprende:  
emitir una advertencia en caso de que la humedad relativa detectada por el sensor (19) sea igual a aproximadamente un 100 %.
7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que dichas láminas exteriores están fabricadas de material de metal o de material compuesto, que comprende una matriz de resina reforzada con fibras.
8. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que dicho núcleo de panal está fabricado de material de metal o de material distinto de metal, reforzado con fibras de aramida o vidrio.

