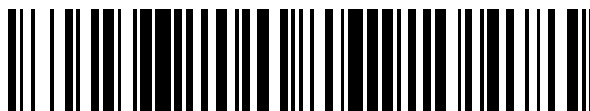


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 048**

51 Int. Cl.:

B64D 37/00 (2006.01)

B64C 1/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2012 E 12382004 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2615034**

54 Título: **Método de optimización del diseño de bocas de registro de aeronaves**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.02.2016

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon s/n
28906 Getafe, Madrid, ES

72 Inventor/es:

BLANCO PACIOS, CARLOS y
DELGADO JAREÑO, JOSÉ LUIS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 559 048 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

Método de optimización del diseño de bocas de registro de aeronaves

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la optimización del diseño de las bocas de registro de aeronave, en particular, a la optimización del diseño de los anillos empleados para realizar el cierre a estanquidad de las tapas interiores que cierran estas bocas de registro sobre el revestimiento interior de la estructura de la aeronave.

Antecedentes de la invención

10 Las aberturas en los revestimientos de las aeronaves se conocen normalmente con el nombre de bocas de registro, mientras que las cubiertas de estas aberturas se denominan tapas o puertas para bocas de registro. Así, las bocas de registro y las tapas en aeronaves son una práctica ampliamente extendida, que se requiere tanto para el montaje como para las tareas posteriores de mantenimiento e inspección a lo largo de toda la vida de la aeronave.

Para el caso concreto de acceso a los depósitos de combustible en estructuras aeronáuticas, en alas y estabilizadores de la aeronave, este acceso se realiza típicamente a través de bocas de registro, que han de cumplir además una serie de requisitos:

- 15
- el tamaño de las bocas de registro ha de ser acorde a los requerimientos de accesibilidad;
 - la puerta o tapa ha de estar sellada con objeto de evitar pérdidas de combustible;
 - tiene que cumplir los requerimientos de impacto;
 - el montaje y desmontaje de las puertas o tapas debe ser lo más rápido y fácil posible;
 - las puertas o tapas han de ser intercambiables.

20 Una de las soluciones conocidas empleadas para las bocas de registro de aeronave consiste en una abertura de las dimensiones adecuadas, donde se sitúan dos tapas o puertas separadas, una tapa situada dentro del depósito de combustible, y una segunda tapa situada sobre la superficie aerodinámica exterior de la aeronave, estando ambas tapas atornilladas conjuntamente, de forma que sujetan el panel del revestimiento de la aeronave entre ambas. Para mantener la superficie aerodinámica exterior, se mecaniza una cavidad en la superficie exterior del revestimiento, que servirá para la instalación de la tapa exterior. Por otro lado, se emplea un anillo de cierre a estanquidad para cerrar la tapa interior con la superficie interior del revestimiento, atornillándose posteriormente ambas tapas juntas, para cerrar la boca de registro.

Dicha solución se divulga en el documento US2009/0166473.

30 Así, la práctica habitual en la actualidad es la de emplear unos anillos de cierre para cerrar a estanquidad las tapas con el revestimiento de la estructura de la aeronave, que rodea la boca de registro en cuestión. Actualmente, las estructuras aeronáuticas se realizan en su mayoría en materiales compuestos, que precisan mantener requerimientos específicos de comportamiento frente a impactos de rayo. De este modo, los anillos de cierre mencionados son piezas no estructurales, que se realizan habitualmente en fibra de vidrio, debido a los requerimientos a cumplir para el comportamiento en servicio frente a impactos de rayo.

35 Tal y como se ha mencionado, estos anillos de cierre han de ser capaces de cerrar a estanquidad la tapa interior con la superficie interior del revestimiento. La forma de la superficie del anillo de cierre en contacto con la superficie interior del revestimiento es de doble curvatura, de tal modo que copia dicha superficie. La forma de la superficie opuesta en este anillo de cierre es plana.

40 De este modo, puesto que la posición de la boca de registro implica una forma distinta de la superficie interior del revestimiento, se requiere un anillo de cierre con una forma distinta para cada posición de la boca de registro en la aeronave, puesto que la forma de la superficie inferior de cada anillo varía y copia la forma de la superficie interior del revestimiento. Así, se tiene un número muy elevado de diseños distintos de formas de estos anillos de cierre, lo que conlleva elevados costes de fabricación e ingeniería. Además, se pueden dar errores en el montaje y en la fabricación de estos anillos, dada la diversidad de piezas con las que se trabaja. Por otro lado, no existe la posibilidad de intercambiar estas piezas, lo que hace nuevamente muy costoso el proceso.

45

La presente invención está orientada a la solución de los inconvenientes anteriormente planteados.

Sumario de la invención

Así, el objeto de la presente invención es la optimización del diseño de los anillos de cierre a estanquidad de las tapas interiores que cierran las bocas de registro sobre el revestimiento interior de la estructura de una aeronave según lo reivindicado en la reivindicación 1.

5 Según la invención, se consigue generar un número óptimo de familias de anillos de cierre aplicables a distintas posiciones de las bocas de registro en la estructura de una aeronave, de tal modo que se consigue reducir de forma muy importante el número de piezas diferentes a fabricar y manejar en una determinada aeronave.

Así, el método desarrollado por la presente invención comprende las siguientes etapas:

- 10 a) división en n puntos del contorno exterior de cada anillo de cierre empleado en cada una de las bocas de registro de una aeronave;
- b) división en n puntos del contorno interior de cada anillo de cierre empleado en cada una de las bocas de registro de una aeronave;
- 15 c) medición de la distancia entre cada uno de los n puntos del contorno exterior de la etapa a) y la superficie interior del revestimiento que rodea cada boca de registro;
- d) medición de la distancia entre cada uno de los n puntos del contorno interior de la etapa b) y la superficie interior del revestimiento que rodea cada boca de registro;
- e) toma del valor máximo y del valor mínimo de las medidas tomadas en la etapa c) para los n puntos de cada anillo de cierre de cada una de las bocas de registro de la aeronave;
- 20 f) toma del valor máximo y del valor mínimo de las medidas tomadas en la etapa d) para los n puntos de cada anillo de cierre de cada una de las bocas de registro de la aeronave;
- g) toma del valor mínimo de todos los valores máximos de las etapas e) y f) de los n puntos de cada anillo de cierre de cada boca de registro;
- 25 h) toma del valor mínimo de todos los valores mínimos de las etapas e) y f) de los n puntos de cada anillo de cierre de cada boca de registro;
- i) agrupación por familias de los distintos anillos de cierre de cada boca de registro que cumplan un determinado requisito para los valores mínimos tomados en las etapas g) y h);
- 30 j) comparación, para cada uno de los n puntos de cada uno de los anillos de cierre que forman una misma familia agrupada según la etapa i), de los valores de distancia obtenidos en las etapas c) y d), de tal forma que se comparen, para cada familia, los puntos equivalentes n_2 con n_3 ;
- k) toma de la medida mínima de cada punto n_2 de la etapa j), de tal modo que se obtiene un conjunto de valores mínimos de los puntos n_2 de cada familia para el contorno exterior del anillo de cierre en c), e igualmente para el contorno interior del anillo de cierre en d);
- 35 l) generación de las curvas que mejor se adaptan al conjunto de puntos tomados en k) para el contorno exterior del anillo de cierre y para el contorno interior de dicho anillo de cierre, para cada una de las familias generadas en la etapa i);
- m) generación de una superficie reglada entre las curvas generadas en la etapa 1) para cada una de las familias generadas en la etapa i).

40 Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa y no limitativa de su objeto en relación con las Figuras que se acompañan.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra en esquema la disposición de un anillo de cierre a estanquidad típico en una boca de registro de una aeronave.

45 La Figura 2 muestra una sección esquemática de los componentes de cierre de una boca de registro típica en una aeronave.

La Figura 3 muestra una sección esquemática de la disposición de los anillos empleados para realizar el cierre a estanquidad de las tapas interiores que cierran estas bocas de registro sobre el revestimiento interior de la estructura de una aeronave, cuyo diseño se optimiza según el método de la presente invención.

La Figura 4 muestra los puntos n_i de los distintos anillos de cierre que pertenecen a una misma familia, según el método de optimización de la presente invención.

La Figura 5 muestra una tabla con la distribución por familias de los anillos de cierre de las bocas de registro, según el método de optimización de la presente invención.

5 **Descripcion detallada de la invención**

Según la presente invención, se proporciona un método para realizar la optimización del diseño de los anillos 10 de cierre a estanquidad de las tapas interiores 11 que cierran las bocas de registro 12 sobre la superficie interior 13 del revestimiento 20 de la estructura de una aeronave. En concreto, la invención optimiza el diseño de la superficie de los anillos 10 de cierre a estanquidad que está en contacto con la superficie interior 13 del revestimiento 20 de la estructura de la aeronave, que es la superficie con doble curvatura, ya que la superficie opuesta de estos anillos 10 es plana y conlleva menor complejidad.

Según se muestra en las Figuras 1 y 2, las bocas de registro 12 de aeronave comprenden una abertura 1 de las dimensiones requeridas, donde se sitúan dos tapas, una tapa interior 11 situada en la zona interior de la estructura de la aeronave, y una tapa exterior 14 situada sobre la superficie aerodinámica exterior de la aeronave, estando ambas tapas 11 y 14 atornilladas conjuntamente (véase la Figura 2), de forma que sujetan el panel del revestimiento 20 de la aeronave entre ambas. Así, se emplea un anillo 10 de cierre a estanquidad para cerrar la tapa interior 11 con la superficie interior 13 del revestimiento 20, atornillándose posteriormente ambas tapas 11 y 14 juntas, para cerrar la boca de registro 12.

Preferiblemente, estas bocas de registro 12 dan acceso al interior de una zona de la aeronave que comprende combustible, en particular dan registro a un depósito de combustible.

La invención se aplica preferiblemente a estructuras de aeronave que están realizadas en material compuesto o composite. Los anillos 10 de cierre mencionados son piezas de tipo no estructural, que se realizan habitualmente en fibra de vidrio, debido a los requerimientos a cumplir para el comportamiento en servicio frente a impactos de rayo.

Se definirá a continuación el método de optimización para los anillos 10 de cierre a estanquidad desarrollado por la presente invención, tal que dicho método comprende las siguientes etapas:

- a) división en n puntos del contorno exterior 2 de la superficie en contacto con la superficie interior 13 del revestimiento 20 de cada anillo 10 de cierre empleado en cada una de las bocas de registro 12 de una aeronave (puntos n_2 en la Figura 4);
- b) división en n puntos del contorno interior 3 de la superficie en contacto con la superficie interior 13 del revestimiento 20 de cada anillo de cierre 10 empleado en cada una de las bocas de registro 12 de una aeronave (puntos n_3 en la Figura 4);
- c) medición de la distancia entre cada uno de los n puntos del contorno exterior 2 de la etapa a) (puntos n_2) y la superficie interior 13 del revestimiento 20 que rodea cada boca de registro 12;
- d) medición de la distancia entre cada uno de los n puntos del contorno interior 3 de la etapa b) (puntos n_3) y la superficie interior 13 del revestimiento 20 que rodea cada boca de registro 12;
- e) toma del valor máximo y del valor mínimo de las medidas tomadas en la etapa c) para los n puntos de cada anillo 10 de cierre de cada una de las bocas de registro 12 de la aeronave (puntos n_2);
- f) toma del valor máximo y del valor mínimo de las medidas tomadas en la etapa d) para los n puntos de cada anillo 10 de cierre de cada una de las bocas de registro 12 de la aeronave (puntos n_3);
- g) toma del valor mínimo de todos los valores máximos de las etapas e) y f) de los n puntos de cada anillo 10 de cierre de cada boca de registro 12;
- h) toma del valor mínimo de todos los valores mínimos de las etapas e) y f) de los n puntos de cada anillo 10 de cierre de cada boca de registro 12;
- i) agrupación por familias F_i de los distintos anillos 10 de cierre de cada boca de registro 12 que cumplan un determinado requisito para los valores mínimos tomados en las etapas g) y h);
- j) comparación, para cada uno de los n puntos de cada uno de los anillos 10 de cierre que forman una misma familia F_i según la etapa i), de los valores de distancia obtenidos en las etapas c) y d), de tal forma que se comparen, para cada familia F_i , los puntos equivalentes n_2 con n_3 ;
- k) toma de la medida mínima de cada punto n_i de la etapa j), de tal modo que se obtiene un conjunto de valores mínimos de los puntos n_i de cada familia F_i para el contorno exterior 2 del anillo de cierre 10 en c),

es decir, de los puntos n_2 , e igualmente para el contorno interior 3 del anillo de cierre 10 en d), es decir, de los puntos n_3 ;

l) generación de las curvas que mejor se adaptan al conjunto de puntos tomados en k) para el contorno exterior 2 del anillo 10 de cierre (puntos n_2) y para el contorno interior 3 de dicho anillo 10 de cierre (puntos n_3), para cada una de las familias generadas en la etapa i);

m) generación de una superficie reglada entre las curvas generadas en la etapa l), para cada una de las familias F_i generadas en la etapa i).

En la etapa i), el requisito empleado habitualmente para realizar la agrupación por familias F_i de los distintos anillos 10 de cierre de cada boca de registro 12, es que los valores mínimos obtenidos tanto en la etapa g) como en la etapa h), para los anillos 10 de una misma familia F_i no han de diferir entre sí más de un determinado valor, que representa la máxima desviación permitida en el diseño que se puede cubrir con un material sellante con garantías.

En las etapas a) y j) del método descrito, se ha de tener en cuenta que los n puntos del contorno exterior 2 de la superficie en contacto con la superficie interior 13 del revestimiento 20 de cada anillo 10 de cierre (puntos n_2), al igual que los n puntos del contorno interior 3 de la superficie en contacto con la superficie interior 13 del revestimiento 20 de cada anillo de cierre 10 (puntos n_3), se han de generar de forma ordenada, de tal forma que el punto n_i del contorno exterior 2 de un anillo 10 de cierre (punto n_2) quede colocado en una posición similar en todos y cada uno de los distintos anillos 10 de cierre con que se esté trabajando. De igual forma, cada punto n_i del contorno interior 3 de un anillo 10 de cierre (punto n_3), ha de quedar colocado en una posición similar en todos y cada uno de los distintos anillos 10 de cierre con que se esté trabajando. De esta manera, si se colocasen los anillos 10 unos encima de otros, estos n puntos (puntos n_2 y n_3), quedarían superpuestos unos con otros, tal y como se desprende de la Figura 4 adjunta.

Típicamente, el número n de puntos empleados en las etapas a) y b) está comprendido entre 50 y 100, de tal modo que se consiga un número de familias F_i de los distintos anillos 10 de cierre de cada boca de registro 12 suficientemente distinto al número de bocas de registro 12 presentes en la aeronave.

La generación de las curvas en la etapa l) del método se realiza preferiblemente empleando un programa informático de diseño, asistido por ordenador.

De forma análoga, la generación de la superficie reglada de la etapa m) entre las curvas generadas en la etapa l) se realiza también preferiblemente empleando un programa informático de diseño asistido por ordenador.

La superficie reglada generada en la etapa m) del método conformará la cara inferior del anillo 10 de cierre a estanquidad que estará en contacto con la superficie interior 13 del revestimiento 20 en diferentes posiciones de la boca de registro 12, cumpliendo una serie de requisitos:

- tener la capacidad de absorber una desviación en el espesor del revestimiento 20 acorde a su tolerancia indicada por requisitos de fabricación;
- asegurar un espesor mínimo del revestimiento 20 por debajo del cual no sería recomendable el uso de un anillo 10 de cierre a estanquidad, al no poderse garantizar que exista una superficie de apoyo suficiente;
- asegurar que la desviación entre la superficie reglada del anillo 10 y las distintas superficies interiores 13 del revestimiento 20 de cada boca de registro 12 presentes en una misma familia F_i no puede superar el máximo espesor admitido del sellante.

Así, las principales ventajas que se consiguen mediante el método de optimización descrito en la invención son las siguientes:

- disminución del número de anillos de cierre distintos que se manejan para las distintas bocas de registro 12 de una aeronave, lo que reduce el trabajo de diseño, facilitándose de este modo el tiempo que ha de emplearse en los diferentes departamentos implicados en el diseño, cálculo y fabricación de estos componentes;
- se facilita enormemente el proceso de fabricación de los anillos 10 de cierre, ya que las superficies regladas de los mismos son más fácilmente mecanizables;
- se abarata de forma muy importante el proceso de fabricación de estos anillos 10 de cierre;
- se define un número limitado, típicamente de tres, de laminados base de diferentes espesores realizados en material compuesto para fabricar los anillos 10 de cierre de la estructura de la aeronave que permiten importantes ahorros en tiempo y material;
- son necesarios menos útiles de montaje y fabricación;

- al reducir la diversidad de piezas a montar es más difícil el error en su instalación;
- el método de la invención es aplicable en las sucesivas variantes de aeronave, a cualquier estructura o pieza que posea una alta repetitividad con formas o dimensiones que se puedan asemejar entre sí.

5 Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro de su alcance, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, sino por el contenido de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para realizar la optimización del diseño de la superficie de los anillos (10) de cierre a estanquidad de las tapas interiores (11) que cierran las bocas de registro (12) sobre la superficie interior (13) del revestimiento (20) de la estructura de una aeronave, siendo la superficie optimizada de estos anillos (10) la superficie que está en contacto con la superficie interior (13) del revestimiento (20), caracterizado por que dicho método comprende las siguientes etapas:
- 10 a) división en n puntos del contorno exterior (2) de la superficie optimizada de cada anillo (10) de cierre;
- b) división en n puntos del contorno interior (3) de la superficie optimizada de cada anillo (10) de cierre;
- 15 c) medición de la distancia entre cada uno de los n puntos del contorno exterior (2) de la etapa a) y la superficie interior (13) del revestimiento (20);
- d) medición de la distancia entre cada uno de los n puntos del contorno interior (3) de la etapa b) y la superficie interior (13) del revestimiento (20);
- 20 e) agrupación por familias F_i de los distintos anillos (10) de cierre de cada boca de registro (12);
- f) toma de la medida mínima de los puntos n_i de cada familia F_i para el contorno exterior (2) de cada anillo de cierre (10) en la etapa c), e igualmente para el contorno interior (3) de cada anillo de cierre (10) en la etapa d);
- g) generación de las curvas que mejor se adaptan al conjunto de puntos tomados en la etapa f) para el contorno exterior (2) y para el contorno interior (3) de cada anillo (10) de cierre, para cada una de las familias generadas en la etapa e);
- h) generación de una superficie reglada entre las curvas generadas en la etapa g), para cada una de las familias F_i generadas en la etapa e).
2. Método según la reivindicación 1 que comprende además, después de la etapa d), las siguientes etapas:
- 25 d1) toma del valor máximo y del valor mínimo de las medidas tomadas en la etapa c) para los n puntos de cada anillo (10) de cierre;
- d2) toma del valor máximo y del valor mínimo de las medidas tomadas en la etapa d) para los n puntos de cada anillo (10) de cierre;
- d3) toma del valor mínimo de todos los valores máximos de las etapas d1) y d2) de los n puntos de cada anillo (10) de cierre;
- 30 d4) toma del valor mínimo de todos los valores mínimos de las etapas d1) y d2) de los n puntos de cada anillo (10) de cierre.
3. Método según la reivindicación 2 en el que la agrupación por familias F_i de la etapa e) se hace en base a un determinado requisito que han de cumplir los valores mínimos obtenidos tanto en la etapa d3) como en la etapa d4), para los anillos (10) de una misma familia F_i .
- 35 4. Método según la reivindicación 3 en el que los valores mínimos de las etapas d3) y d4), para los anillos (10) de una misma familia F_i , no han de diferir entre sí más del valor que representa la máxima desviación permitida en el diseño que se puede cubrir con un material sellante.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además, después de la etapa e), la etapa siguiente:
- 40 e1) comparación, para cada uno de los n puntos de cada uno de los anillos (10) de cierre que forman una misma familia F_i según la etapa e), de los valores de distancia obtenidos en las etapas c) y d), de tal forma que se comparen, para cada familia F_i , los puntos equivalentes n_2 con n_3 .
6. Método según la reivindicación 5 que comprende además la siguiente etapa, posterior a e1):
- 45 e2) toma de la medida mínima de cada punto n_2 de la etapa j), de tal modo que se obtiene un conjunto de valores mínimos de los puntos n_2 de cada familia F_i para el contorno exterior (2) del anillo (10) de cierre en la etapa c), e igualmente para el contorno interior (3) del anillo (10) de cierre en la etapa d).
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6, en el que en las etapas a) y e1) los n puntos del contorno exterior (2) y los n puntos del contorno interior (3) de la superficie en contacto con la superficie interior (13) del

revestimiento (20) de cada anillo (10) de cierre se generan de forma tal que el punto ni del contorno exterior (2) de un anillo (10) de cierre queda colocado en una posición similar en todos y cada uno de los distintos anillos (10) de cierre con que se trabaja, quedando además que cada punto ni del contorno interior (3) de un anillo (10) de cierre queda colocado en una posición similar en todos y cada uno de los distintos anillos (10) de cierre con que se trabaja.

- 5 **8.** Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la generación de las curvas en la etapa g) se realiza empleando un programa informático de diseño asistido por ordenador.
- 9.** Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las curvas se generan en la etapa h) empleando un programa informático de diseño asistido por ordenador.
- 10 **10.** Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se aplica a estructuras de aeronave realizadas en material compuesto.
- 11.** Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se aplica anillos (10) de cierre realizados en fibra de vidrio.

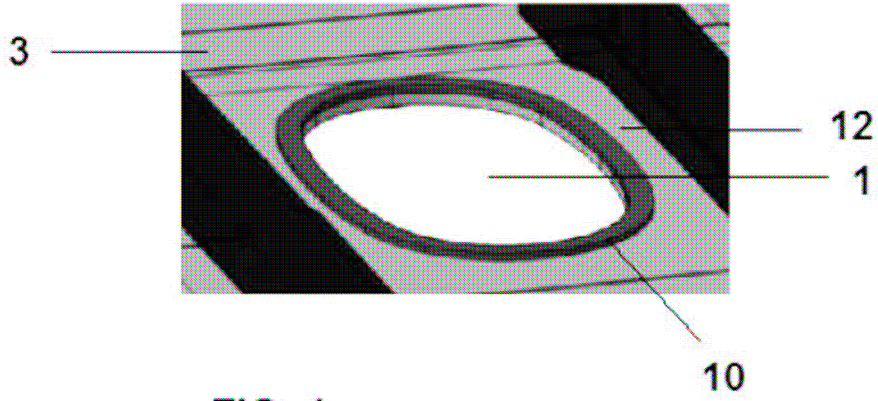


FIG. 1

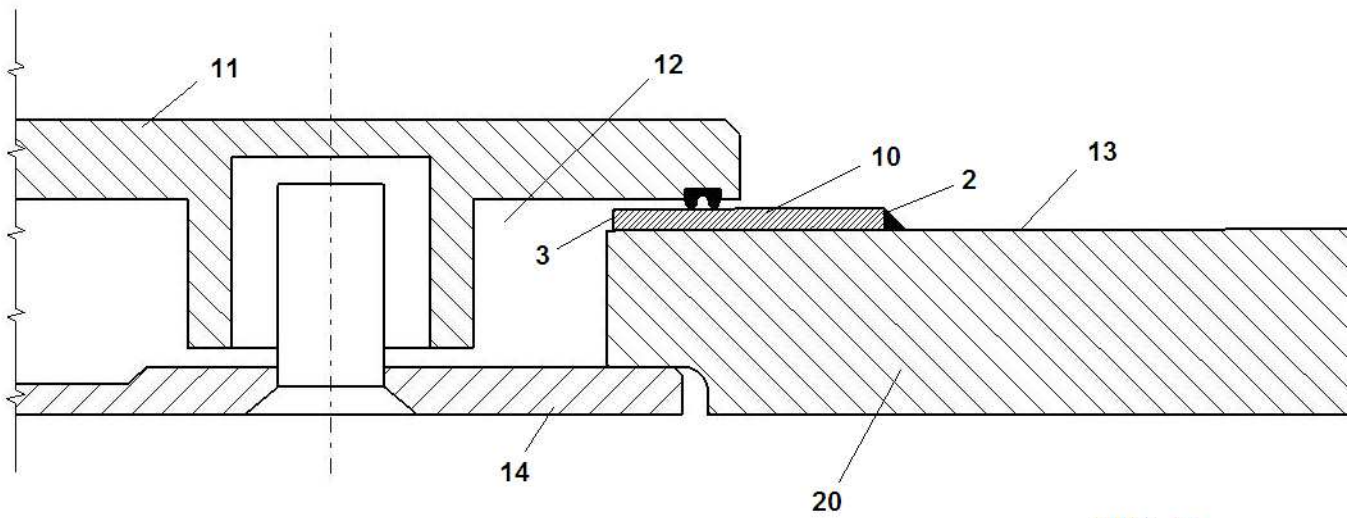
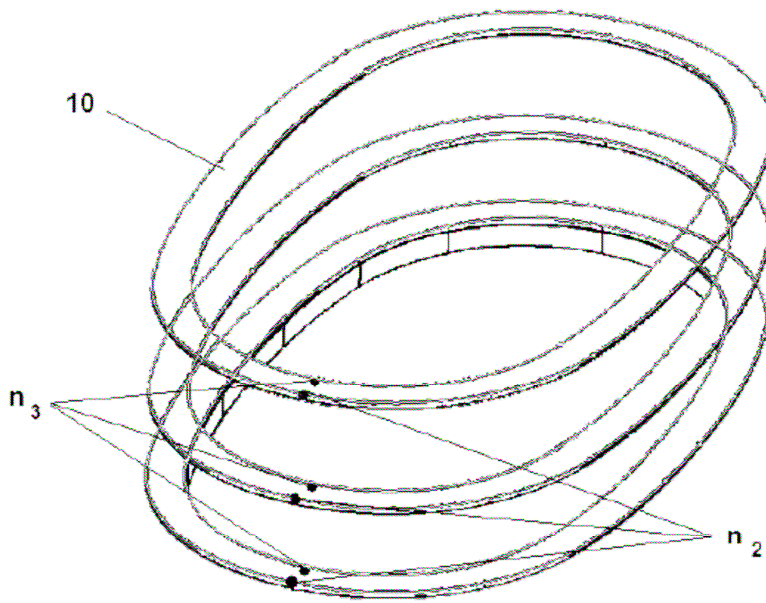
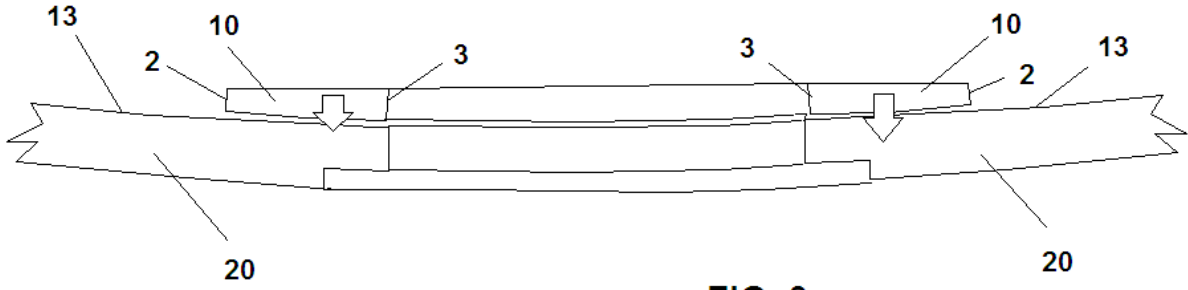


FIG. 2



Boca 12	valor mín valor máx etapa e)	Fi	valor mín valor mín etapa e)
B1	4,26	F1	3,61
B2	5,06	F2	4,35
B3	5,20		4,26
B4	3,81	F3	2,64
B5	3,88	F5	2,57
B6	3,91	F5	2,52
B7	6,58	F6	2,14
B8	4,11	F7	2,95
B9	6,55	F8	5,47
B10	6,62		5,52
B11	6,57		5,81
B12	5,01	F2	4,17
B13	5,01		4,19
B14	5,04		4,16
B15	5,07		4,08
B16	5,08		4,01
B17	5,07	F9	3,94
B18	5,10	F10	3,88
B19	3,56	F11	2,36
B20	3,54		2,34
B21	3,55		2,30
B24	5,24	F12	3,54
B25	5,32		3,40
B26	7,45	F13	5,24
B27	6,07	F14	4,28
B28	6,17		4,09
B29	5,28	F15	2,81

FIG. 5