

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 729**

51 Int. Cl.:

B64C 3/18 (2006.01)

B64C 3/26 (2006.01)

B64F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2014 E 14173180 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2815961**

54 Título: **Costilla simétrica de ala con amarres sujetos a cizallamiento centrados en el plano**

30 Prioridad:

21.06.2013 US 201313923841

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

14.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VANDERHOEK, JOHN DAVID

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 616 729 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

Costilla simétrica de ala con amarres sujetos a cizallamiento centrados en el plano

Campo de la invención

5 Configuraciones de la descripción de la presente memoria se refieren generalmente a estructura de aeronaves. Más particularmente, configuraciones de la presente descripción se refieren a costillas de ala de aeronaves.

Antecedentes

10 Las costillas de ala son piezas de detalle de aeronaves que son típicamente fabricadas en lámina de aluminio estándar y se usan para construir una caja de torsión de ala. Un avión comercial puede contener hasta cien costillas o más. Las principales funciones de las costillas de ala son reaccionar cargas aerodinámicas y mantener la forma aerodinámica del revestimiento de ala. Típicamente se requieren miles de aseguradores para instalar todas las costillas en un ala comercial. Esta actividad se encuentra en el camino crítico del montaje de aeronaves. Los aseguradores pueden ser el artículo más costoso en un ala. Esos aseguradores típicamente se instalan en una única o doble fila a través de "pies de amarre a cizallamiento" alrededor de la periferia de una costilla asimétrica. Es con respecto a estas y otras consideraciones que se presenta la descripción hecha en la presente memoria.

15 La patente No. US 2008/0210821 A1 describe una estructura de ala que proporciona costillas para soportar paneles de revestimiento sin un accesorio entre la costilla y la brida libre del larguero o la membrana.

Compendio

20 Se presentan una estructura de costilla simétrica y métodos. Una membrana estructural comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y es simétrica sobre el plano central de la membrana. Se configura una brida o un pie de amarre a cizallamiento en una periferia de la estructura de costilla simétrica. Se configura un hueco de sujeción en la brida y comprende un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana. Se configura un recorte en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción, y dos columnas de soporte se acoplan a la brida en los lados opuestos del recorte.

25 De esta manera, la forma simétrica de una estructura de costilla simétrica de ala permite la instalación de una única fila de aseguradores grandes alrededor de una periferia de una estructura de costilla simétrica de ala en un plano de simetría de la estructura de costilla de ala. Una estructura de costilla simétrica de ala mejora la eficiencia de la vía de carga durante el vuelo y como resultado reduce el número de aseguradores que se requieren para la instalación de una estructura de costilla simétrica de ala, lo que reduce el peso total de una estructura de costilla simétrica de ala y avión. De este modo, se reduce el costo de construcción de ala de avión por requerir menos aseguradores. 30 También, una vía de carga más eficiente reduce el peso de ala por requerir menos metal o material compuesto (*composite*) para reaccionar la misma carga aerodinámica.

35 En una configuración, una estructura de costilla simétrica comprende una membrana estructural, una brida, un hueco de sujeción, un recorte, y dos columnas de soporte. La membrana estructural comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana. Se configura una brida en una periferia de la estructura de costilla simétrica. Se configura un hueco de sujeción en la brida y comprende un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana. Se configura un recorte en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción. Las dos columnas de soporte están acopladas a la brida en los lados opuestos del recorte.

40 En otra configuración, un método para configurar una estructura de costilla simétrica configura una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana. El método adicionalmente configura una brida configurada en una periferia de la estructura de costilla simétrica, y configura un hueco de sujeción configurado en la brida y comprende un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana. El método adicionalmente configura un recorte en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción, y configura dos columnas de soporte 45 acopladas a la brida en los lados opuestos del recorte.

50 En una configuración adicional, un método para sujetar un único lado de una estructura de costilla simétrica posiciona una estructura de costilla simétrica en un lugar de ensamblaje. Una estructura de costilla simétrica comprende una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana, y una brida configurada en una periferia de la estructura de costilla simétrica. Una estructura de costilla simétrica comprende adicionalmente un lado del ensamblaje que comprende uno de los siguientes: un primer lado de una estructura de costilla simétrica con respecto al plano central de la membrana, o un segundo lado de una estructura de costilla simétrica opuesto al primer lado con respecto al plano central de la membrana. Una estructura de costilla simétrica comprende adicionalmente un hueco de sujeción de una pluralidad de huecos de sujeción configurado en la brida y comprende 55 un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana. Se configura un recorte en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción, dos columnas de soporte están acopladas a la brida en los

5 lados opuestos del recorte. El método adicional inserta un único asegurador de los aseguradores en un recorte en la membrana estructural sólo del lado del ensamblaje, y posiciona el asegurador en el hueco de sujeción sólo desde el lado del ensamblaje. El método adicionalmente inserta una herramienta de fijación en el recorte en la estructura de costilla simétrica de un único lado del ensamblaje, y acopla la herramienta de fijación al asegurador. El método adicionalmente opera la herramienta de fijación sólo del lado del ensamblaje para acoplar el asegurador a uno o más objetos.

10 Se proporciona este compendio para introducir una selección de conceptos de una forma simplificada, que se describen en detalle a continuación en la presente memoria. Este compendio no pretende identificar características principales o características esenciales del objeto reivindicado, ni pretende utilizarse como ayuda para determinar el alcance del objeto reivindicado.

Breve descripción de los dibujos

15 Un entendimiento más completo de las configuraciones de la presente descripción de la memoria se puede derivar haciendo referencia a la descripción detallada y reivindicaciones cuando consideradas en conjunto con las siguiente figuras, en donde números de referencia similares se refieren a elementos similares en todas las figuras. Las figuras se proporcionan para facilitar el entendimiento de la descripción sin limitar amplitud, alcance, escala, o aplicabilidad de la descripción. Los dibujos no necesariamente están hechos a escala.

Figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de una metodología ejemplar de producción y servicio de aeronaves.

Figura 2 es una ilustración de diagrama de bloques ejemplar de una aeronave

20 Figura 3 es una ilustración de una costilla asimétrica de ala.

Figura 4 es una ilustración de una costilla simétrica de ala según una configuración de la descripción de la presente memoria.

Figura 5 es una ilustración de una costilla asimétrica de ala existente que muestra un ejemplo de número de aseguradores requeridos.

25 Figura 6 es una ilustración de una costilla simétrica de ala que muestra que se requieren menos aseguradores según una configuración de la descripción de la presente memoria, en comparación con el número de aseguradores que se requieren para la costilla asimétrica de ala de la Figura 5.

Figura 6A es una ilustración de una vista ampliada de una parte de la estructura de costilla simétrica de ala según una configuración de la descripción de la presente memoria.

30 Figura 7 es una ilustración de una costilla simétrica de ala instalada en un ala de una aeronave según una configuración de la descripción de la presente memoria.

Figura 8 es una ilustración de una vista ampliada de una parte de una costilla simétrica de ala que muestra una camisa de reparación ajustada en caliente según una configuración de la descripción de la presente memoria.

35 Figura 9 es una ilustración de una vista ampliada de una parte de una costilla simétrica de ala que muestra una configuración de amarre a cizallamiento según una configuración de la descripción de la presente memoria.

Figura 10 es una ilustración de un revestimiento que compara una sección transversal de un amarre a cizallamiento según una configuración de la descripción de la presente memoria con una sección transversal de un amarre a cizallamiento existente.

40 Figura 11 es una ilustración de la colocación de una estructura de costilla simétrica de ala en un lugar de ensamblaje para sujetar una estructura de costilla simétrica desde cualquier lado según una configuración de la descripción de la presente memoria, y comparada con la colocación de una estructura de ala asimétrica en un lugar de ensamblaje.

Figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un proceso para configurar una costilla simétrica de ala según una configuración de la descripción de la presente memoria.

45 Figura 13 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un proceso para una fijación de un único lado una estructura de costilla simétrica según una configuración de la descripción de la presente memoria.

Descripción detallada

50 La siguiente descripción detallada es de naturaleza ejemplar y no pretende limitar la descripción o la aplicación y usos de las configuraciones de la descripción. Descripciones de dispositivos, técnicas, y aplicaciones específicas se proporcionan sólo como ejemplos. Modificaciones de los ejemplos descritos en la presente memoria serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios generales definidos en la presente memoria se

pueden aplicar a otros ejemplos y aplicaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la descripción. Además, no hay ninguna intención de regirse por ninguna teoría expresada o implícita presentada en el anterior campo, antecedentes, compendio o la siguiente descripción detallada. La presente descripción debe tener un alcance compatible con las reivindicaciones, y no limitarse a los ejemplos descritos y mostrados en la presente memoria.

5 Pueden describirse configuraciones de la descripción en la presente memoria en términos de componentes de bloques funcionales y/o lógicos y diversas etapas de procesamiento. Debe apreciarse que dichos componentes de bloque pueden realizarse mediante cualquier número de componentes de *hardware*, *software*, y/o *firmware* configurados para realizar funciones especificadas. En aras de brevedad, técnicas convencionales y componentes relacionados aeronaves, componentes de aeronaves, fabricación de aeronaves, y otros aspectos funcionales de los sistemas (y componentes de funcionamiento individuales de los sistemas) pueden no ser descritos en detalle en la presente memoria. Adicionalmente, los expertos en la técnica apreciarán que configuraciones de la presente descripción de la memoria pueden practicarse en conjunto con una variedad de cuerpos estructurales, y que las configuraciones descritas en la presente memoria son meramente ejemplos de configuraciones de la descripción.

15 Configuraciones de la descripción se describen en la presente memoria en el contexto de algunas aplicaciones no limitantes, a saber, una aeronave. No obstante, las configuraciones de la descripción no se limitan a aeronaves, y las técnicas descritas en la presente memoria también pueden usarse en otras aplicaciones. Por ejemplo, las configuraciones pueden aplicarse a submarinos, naves espaciales, hidroaviones, u otra aplicación que utilice una costilla estructural.

20 Como le resultará evidente a un experto en la técnica después de leer esta descripción, los siguientes son ejemplos y configuraciones de la descripción, pero no están limitados a funcionar de acuerdo con esos ejemplos. Pueden utilizarse otras configuraciones y pueden hacerse cambios estructurales sin apartarse del alcance de las configuraciones ejemplares de la presente descripción de la memoria.

25 En referencia más particularmente a los dibujos, se pueden describir configuraciones de la descripción en el contexto de un método 100 y servicio ejemplares de fabricación de aeronaves (método 100) como se muestra en la Figura 1, y una aeronave 200 como se muestra en la Figura 2. Durante la preproducción, el método 100 puede comprender especificaciones y diseño 104 de la aeronave 200, y adquisición de materia prima 106. Durante la producción, ocurre la fabricación de componentes y subconjuntos 108 (proceso 108) e integración del sistema 110 de la aeronave 200. A partir de entonces, la aeronave 200 puede pasar por certificación y entrega 112 para ser puesta en servicio 114. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 200 se programa para rutina de mantenimiento y servicio 116 (que puede comprender también modificación, reconfiguración, restauración, etc.).

30 Cada uno de los procesos del método 100 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operador (p. ej., un cliente). Para efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y principales subcontratistas de sistemas; un tercero puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas, y proveedores; y un operador puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una compañía aérea, empresa de *leasing*, entidad militar, organización de servicio; y similares.

35 Como se muestra en la Figura 2, la aeronave 200 producida por el método 100 puede comprender un fuselaje 218 con una pluralidad de sistemas 220 y un interior 222. Ejemplos de sistemas de alto nivel de los sistemas 220 comprenden uno o más de un sistema de propulsión 224, sistema eléctrico 226, un sistema hidráulico 228, un sistema de control ambiental 230, y una o más costillas simétricas de ala con amarres sujetos a cizallamiento centrados en el plano 232. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, las configuraciones de la descripción se pueden aplicar a otras industrias.

40 Aparatos y métodos configurados en la presente memoria pueden emplearse durante una o más de las etapas del método 100. Por ejemplo, componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 108 pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 200 está en servicio. Adicionalmente, pueden utilizarse una o más configuraciones de aparatos, configuraciones de método, o una combinación de los mismos durante el proceso de producción 108 y 110, por ejemplo, para acelerar sustancialmente el ensamblaje o reducir el costo de una aeronave 200. Igualmente, pueden utilizarse una o más de configuraciones de aparatos, configuraciones de método, o una combinación de los mismos mientras la aeronave 200 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 116.

45 La Figura 3 es una ilustración de una estructura de costilla asimétrica de ala 300 de una configuración existente, que muestra un primer lado 302 y un segundo lado 304 opuesto al primer lado 302. La estructura de costilla asimétrica de ala 300 puede causar grietas en el pie de costilla 306 que se originan a partir de orificios de fijación del panel de revestimiento causadas por altas tensiones y tipo de material usado para la fabricación de la estructura de costilla asimétrica de ala 300. La estructura de costilla asimétrica de ala 300 también puede causar grietas en la brida 308 vertical de la estructura de costilla asimétrica de ala 300.

50 La Figura 4 es una ilustración de una estructura de costilla simétrica de ala 400 que muestra un primer lado 402 y un segundo lado 404 opuesto al primer lado 402, según una configuración de la descripción de la presente memoria.

Una estructura de costilla simétrica de ala 400 comprende amarres a cizallamiento 406, y membranas estructurales 408. La estructura de costilla simétrica de ala 400 se configura para retirar la carga excéntrica y, de este modo, mejorar eficiencia de la vía de carga durante el vuelo como se explica con más detalle a continuación.

5 La Figura 5 es una ilustración de una estructura de costilla asimétrica de ala 500 existente que muestra un número de aseguradores 502 requeridos. Mientras la Figura 5 muestra el número de aseguradores 502 en un lado de la estructura de costilla asimétrica de ala 500 existente, también se requiere un igual número en un lado opuesto. De este modo, la estructura de costilla asimétrica de ala 500 existente requiere que se realicen operaciones de ensamblaje en ambos lados de la estructura de costilla asimétrica de ala 500 existente.

10 La Figura 6 es una ilustración de una estructura de costilla simétrica de ala 600 que muestra que se requieren menos aseguradores 602, según una configuración de la descripción de la presente memoria, en comparación con el número de aseguradores 502 requeridos para la estructura de costilla asimétrica de ala 500 de la Figura 5. La forma simétrica de estructura de costilla simétrica de ala 600 permite que se instale una única fila de aseguradores 604 grandes alrededor de la periferia 728 (Figura 7) de la estructura de costilla simétrica de ala 600 alineada con una membrana del plano central 608 (Figura 6A) de la membrana estructural 408. De esta manera, los aseguradores 604 grandes se alinean con el plano central de la membrana 608 y remueven la carga excéntrica, de este modo la eficiencia de la vía de carga durante el vuelo mejora y como resultado se reduce el número de aseguradores 604 grandes que se requieren para la instalación de la costilla.

15 Por ejemplo, se puede requerir alrededor de 63 aseguradores 502 para instalar la estructura de costilla asimétrica de ala 500 en comparación con 22 aseguradores 602 requeridos aproximadamente para instalar la estructura de costilla simétrica de ala 600. De esta manera, se proporciona un ahorro significativo de costo y peso para la estructura de costilla simétrica de ala 600 y la aeronave 200.

20 La Figura 6A es una ilustración de una vista ampliada 600A de una parte de la estructura de costilla simétrica de ala 600, según una configuración de la descripción de la presente memoria. La vista ampliada 600A muestra: el amarre a cizallamiento 406, la membrana estructural 408 (membrana de costilla), un pie de amarre a cizallamiento 610, un cordón 612 (cordón de costilla) de membrana estructural, un refuerzo 614 de membrana estructural, y una columna de soporte 616 del amarre a cizallamiento. La membrana del plano central 608 se muestra en una sección transversal tomada a lo largo de una línea AA.

25 La Figura 7 es una ilustración de la estructura de costilla simétrica de ala 400/600 instalada en una aeronave 200/702, ala 704, según una configuración de la descripción de la presente memoria. La estructura de costilla simétrica de ala 600 comprende la membrana estructural 408 que comprende el plano central de la membrana 608 (Figura 6A) y las membranas de refuerzo 614 estructural, y es simétrica sobre el plano central de la membrana 608. La membrana estructural 408 se configura para separar huecos de sujeción 706. La brida 714 se configura en la periferia de la estructura de costilla simétrica de ala 400/600. La brida 714 puede comprender el pie 610 de amarre a cizallamiento. Un hueco de sujeción 706 se configura en la brida 714 y comprende un eje de simetría 718 del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana 608. Una superficie abierta 720 de la brida 714 se configura alrededor del hueco de sujeción 706. Una abertura tal como un recorte del amarre a cizallamiento 620 se configura a través de la membrana estructural 408 alrededor del hueco de sujeción 706. Dos columnas de soporte 724 y 726 se acoplan a la brida 714 en los lados opuestos del recorte 620 del amarre a cizallamiento. Las columnas de soporte 724 y 726 pueden comprender el refuerzo 614 la membrana estructural u otro elemento de soporte. El recorte del amarre a cizallamiento 620 proporciona una holgura 710 a lo largo de columnas de soporte 724/726 y define un volumen dimensionado para aceptar el asegurador 604 grande y un componente mecanizado 712 para sujetar el asegurador 604 grande. El asegurador 604 grande y el asegurador 604 pueden usarse indistintamente en la presente memoria.

30 La Figura 8 es una ilustración de una vista AA ampliada 800 de una parte de la estructura de costilla simétrica de ala 600 que muestra una camisa de reparación ajustada en caliente 802 según una configuración de la descripción de la presente memoria. Una camisa de reparación ajustada en caliente 802 cubre el hueco de sujeción 706 y las superficies interiores 730 (Figura 7) del recorte 620 del amarre a cizallamiento de la membrana estructural 408. Una dirección de salida 804 y una dirección fueraborda 806 indican una orientación ejemplar del recorte 620 del amarre a cizallamiento. Una camisa de reparación ajustada en caliente 802 se usa en caso de que se produzca una anomalía del amarre a cizallamiento 406 en las superficies interiores 730 del recorte 620 del amarre a cizallamiento. La anomalía puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una ranura, anomalía, defecto de fabricación, y otras anomalías. Una camisa de reparación ajustada en caliente 802 le proporciona resistencia adicional a recorte del amarre a cizallamiento 620 para reestablecer la fuerza que puede perder por la anomalía. Una camisa de reparación ajustada en caliente 802 puede prefabricarse usando un material similar (p. ej., aluminio, material compuesto (composite), u otro material adecuado) como la estructura de costilla simétrica 600 y para encajar de forma injerente. La instalación puede realizarse por enfriamiento de la camisa de reparación ajustada en caliente 802 para que la camisa de reparación ajustada en caliente 802 se contraiga térmicamente de tal manera que sea posible un ajuste de la holgura (p. ej., brevemente posible).

35 La Figura 9 es una ilustración de una vista ampliada 900 de una parte de la estructura de costilla simétrica de ala 600 que muestra la configuración del amarre a cizallamiento 406, según una configuración de la descripción de la

presente memoria.

La Figura 10 es una ilustración de un revestimiento que compara una sección transversal 1002 de un amarre a cizallamiento del amarre a cizallamiento 406 de la estructura de costilla simétrica de ala 600 según una configuración de la descripción de la presente memoria con la sección transversal 1004 de un amarre a cizallamiento del amarre a cizallamiento 310 de la estructura de costilla asimétrica de ala 300. Un único asegurador grande tal como el asegurador 604 grande en la brida 714 reduce el requisito de tamaño (tamaño del material) como se muestra por el tamaño del material envolvente 1006 (materia prima envolvente) del amarre a cizallamiento 406. En contraste, utilizando múltiples aseguradores 502 como requiere la estructura de costilla asimétrica de ala 300 resulta en un tamaño del material envolvente 1008 más grande que el tamaño del material envolvente 1006.

Esto se debe a que los requisitos de resistencia dictaminan una distancia mínima de un borde desde un centro de un eje de simetría del hueco de sujeción al borde de una parte, tal como el amarre a cizallamiento 310/406. La dimensión d1 1010 define una distancia mínima requerida para el eje de simetría del hueco de sujeción 718 (Figura 7) a un borde 1014 del amarre a cizallamiento 406 de la estructura de costilla simétrica de ala 600. Igualmente, la dimensión d2 1012 define una distancia mínima del borde requerida para un eje de simetría del hueco de sujeción 1016 a un borde 1018 del amarre a cizallamiento 310 de la estructura de costilla asimétrica de ala 300. Como se muestra en la Figura 10, d1 1010 es menor que d2 1012.

La Figura 11 es una ilustración del posicionamiento 1100/1104 de la estructura de costilla simétrica de ala 600 en un lugar de ensamblaje para la sujeción de una estructura de costilla simétrica 600 desde cualquier lado, según una configuración de la descripción de la presente memoria, en comparación con un posicionamiento 1106 de la estructura asimétrica de ala 300 (estructura de costilla asimétrica de ala 300 existente). Como se muestra en el posicionamiento 1100/1104, la estructura de costilla simétrica de ala 600 comprende un lado de ensamblaje, que comprende también, un primer lado 1108 con respecto al plano central de la membrana 608 (Figura 6A), o un segundo lado 1110 opuesto al primer lado 1108 con respecto al plano central de la membrana 608.

De esta manera, el asegurador 604 grande se inserta en el recorte del amarre a cizallamiento 620 desde el lado 1108 o el lado 1110 del recorte 620 del amarre a cizallamiento. El asegurador grande 604 se posiciona en el hueco de sujeción 706 desde el lado 1108 o el lado 1110 del recorte 620 del amarre a cizallamiento. La herramienta de fijación 712/1102 (componentes mecanizados 712/1102) se inserta en el recorte del amarre a cizallamiento 620 desde el lado 1108 o el lado 1110 del recorte 620 del amarre a cizallamiento. La herramienta de fijación 712/1102 se acopla al asegurador grande 604. De este modo, la herramienta de fijación 712/1102 puede accionarse desde el lado 1108 o el lado 1110 del recorte 620 del amarre a cizallamiento para acoplar el asegurador 604 grande a uno o más objetos, tal como la superficie de contacto del panel de revestimiento 716.

En contraste con el posicionamiento 1100/1104 de la estructura de costilla simétrica de ala 600, el posicionamiento 1106 de la estructura de ala asimétrica 300 existente en un lugar de ensamblaje muestra que el asegurador 502 se inserta en el amarre a cizallamiento 310 de la estructura asimétrica de ala 300 de un lado 1112 de la misma. De este modo, se acciona una herramienta de fijación tal como la herramienta de fijación 712/1102 desde un lado 1112 de estructura de ala asimétrica 300 existente para acoplar el asegurador 502 a uno o más objetos, tal como la superficie de contacto del panel de revestimiento 716. De esta manera, la estructura de ala asimétrica 300 existente puede requerir que se realicen operaciones de ensamblaje en ambos lados (p. ej., para sujetar aseguradores en ambos lados ya que no pueden ser accesibles desde un lado) de la estructura de ala asimétrica 300 existente. De este modo, las estructuras de costilla simétrica de ala existentes pueden limitar las opciones de ensamblaje.

La Figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un proceso para configurar una costilla simétrica de ala según una configuración de la descripción de la presente memoria. Las diversas tareas realizadas en relación con el proceso 1200 pueden realizarse mecánicamente, por *software*, *hardware*, *firmware*, o cualquier combinación de los mismos. Para fines ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 1200 puede referirse a elementos mencionados anteriormente en relación con las Figuras 1, 2, 4 y 6, 7, 8, 9, 10, 11. En algunas configuraciones, partes del proceso 1200 pueden realizarse por diferentes elementos de la estructura de costilla simétrica de ala 400/600 tales como como: los recortes 620 del amarre a cizallamiento, la membrana estructural 408, los huecos de sujeción 706, la brida 714, la periferia 728, el eje de simetría del hueco de sujeción 718, el plano central de la membrana 608, el recorte 620 del amarre a cizallamiento de las columnas de soporte 724 y 726, la holgura 710, el componente mecanizado 712/1102, etc. El proceso 1200 puede tener funciones, material, y estructuras que son similares a las configuraciones mostradas en Figuras 1, 2, 4 y 6, 7, 8, 9, 10, 11. Por lo tanto, características, funciones, y elementos comunes no se pueden describir en la presente memoria de forma redundante.

El proceso 1200 puede comenzar por configurar una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana (tarea 1202).

El proceso 1200 puede continuar configurando una brida configurada en una periferia de una estructura de costilla simétrica (tarea 1204).

El proceso 1200 puede continuar configurando un hueco de sujeción configurado en la brida y comprender un eje de

simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana (tarea 1206).

El proceso 1200 puede continuar configurando un recorte en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción (tarea 1208).

5 El proceso 1200 puede continuar configurando dos columnas de soporte acoplado a la brida en los lados opuestos del recorte (tarea 1210).

El proceso 1200 puede continuar configurando el recorte para definir un volumen dimensionado para aceptar un asegurador y un componente mecanizado para sujetar el asegurador (tarea 1212).

El proceso 1200 puede continuar configurando el recorte que comprenda la holgura a lo largo de dos columnas de soporte (tarea 1214).

10 El proceso 1200 puede continuar cubriendo el hueco de sujeción y las superficies interiores del recorte con una camisa de reparación ajustada en caliente (tarea 1216).

El proceso 1200 puede continuar con la instalación de una única fila de aseguradores en el plano central de la membrana de la membrana estructural de una estructura de costilla simétrica que permite un ancho reducido de una estructura de costilla simétrica (tarea 1218).

15 El proceso 1200 puede continuar configurando el recorte que comprenda un recorte del amarre a cizallamiento que comprenda un único asegurador de los aseguradores en la brida lo que permite dimensiones reducidas (tarea 1220).

El proceso 1200 puede continuar con la instalación de la estructura de costilla simétrica en un ala de una aeronave (tarea 1222).

20 La Figura 13 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un proceso para fijación de un único lado de una estructura de costilla simétrica, según una configuración de la descripción de la presente memoria. Las diversas tareas realizadas en relación con el proceso 1300 pueden realizarse mecánicamente, por *software*, *hardware*, *firmware*, o cualquier combinación de los mismos. Para fines ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 1300 puede referirse a elementos mencionados anteriormente en relación con las Figuras 1, 2, 4, y 6, 7, 8, 9, 10,11. En algunas configuraciones, partes del proceso 1300 pueden ser realizadas por diferentes elementos de la estructura de costilla simétrica de ala 400/600 tales como: recortes 620 del amarre a cizallamiento, la membrana estructural 408, el hueco de sujeción 706, la brida 714, la periferia 728, la membrana estructural 408, el eje de simetría del hueco de sujeción 718, el plano central de la membrana 608, las columnas de soporte 724 y 726, el recorte 620 del amarre a cizallamiento, la holgura 710, el componente mecanizado 712/1102, etc. El proceso 1300 puede tener funciones, material, y estructuras que son similares a las configuraciones mostradas en las Figuras 1, 2, 4 y 6, 7, 8, 9, 10, 11. Por lo tanto, características, funciones, y elementos comunes no se pueden describir de forma redundante en la presente memoria.

35 El proceso 1300 puede comenzar por posicionar una estructura de costilla simétrica en un lugar de ensamblaje (tarea 1302). una estructura de costilla simétrica comprende: una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana; un lado del ensamblaje que comprende uno de los siguientes: un primer lado de una estructura de costilla simétrica con respecto al plano central de la membrana, o un segundo lado de una estructura de costilla simétrica opuesto al primer lado con respecto al plano central de la membrana; una brida configurada en una periferia de la estructura de costilla simétrica; un hueco de sujeción de una pluralidad de huecos de sujeción configurado en la brida que comprende un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana; un recorte configurado en la membrana estructural alrededor del plano central de sujeción; y dos columnas de soporte acopladas a la brida en los lados opuestos al recorte.

40 El proceso 1300 puede continuar insertando un asegurador en un recorte en una estructura de costilla simétrica de un único lado del ensamblaje (tarea 1304).

45 El proceso 1300 puede continuar posicionando el asegurador en el hueco de sujeción sólo desde el lado del ensamblaje (tarea 1306).

El proceso 1300 puede continuar insertando una herramienta de fijación en el recorte en la estructura de costilla simétrica sólo desde el lado del ensamblaje (tarea 1308).

El proceso 1300 puede continuar acoplando la herramienta de fijación al asegurador (tarea 1310).

50 El proceso 1300 puede continuar accionando la herramienta de fijación sólo desde el lado del ensamblaje para acoplar el asegurador a uno o más objetos (tarea 1312).

El proceso 1300 puede continuar instalando una única fila de los aseguradores en el plano central de la membrana de la membrana estructural de una estructura de costilla simétrica, lo que permite un ancho reducido de la estructura de costilla simétrica (tarea 1314)

El proceso 1300 puede continuar instalando una estructura de costilla simétrica en un ala de una aeronave (tarea 1316).

5 De esta forma, se proporciona una estructura de membrana simétrica que permite una única fila de aseguradores grandes en el eje de simetría. De esta manera, se usan menos aseguradores con un ahorro de costos asociado. El uso de menos aseguradores para instalar una estructura de costilla simétrica en un ala de una aeronave también permite una superficie de ala aerodinámica más suave, menor resistencia de la aeronave, y mejor rendimiento de la aeronave. Una única fila de aseguradores en el eje de simetría significa tamaño de material que puede reducirse junto con el costo asociado. Un diseño de costilla simétrica significa una vía de carga mejorada y ligera, diseño más duradero. Recortes únicos de una estructura de costilla simétrica para aseguradores significa que la instalación se puede realizar desde cualquier lado los recortes. También, menos aseguradores significa menos tratamiento para efectos electromagnéticos y ahorros en costo/peso.

En otra realización, se proporciona una estructura de costilla simétrica que comprende:

una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana;

15 una brida configurada en una periferia de la estructura de costilla simétrica;

un hueco de sujeción configurado en la brida, y comprende un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana;

un recorte se configura en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción; y

dos columnas de soporte se acoplan a la brida en los lados opuestos del recorte.

20 Opcionalmente, la membrana estructural se configura para separar huecos de sujeción.

Opcionalmente, la estructura de costilla simétrica comprende adicionalmente un asegurador alineado con el plano central de la membrana de la membrana estructural, y se configuran para remover carga excéntrica.

Opcionalmente, el recorte define un volumen dimensionado para aceptar un asegurador y un componente mecanizado para sujetar el asegurador.

25 Opcionalmente, el recorte comprende una holgura a lo largo de las dos columnas de soporte.

Opcionalmente, el hueco de sujeción y las superficies interiores del recorte se cubren con una camisa de reparación ajustada en caliente.

Opcionalmente, una única fila de aseguradores se instala en el plano central de la membrana de la membrana estructural, lo que permite un ancho reducido de la estructura de costilla simétrica.

30 Opcionalmente, una estructura de costilla simétrica se instala en un ala de una aeronave.

Opcionalmente, el recorte comprende un recorte del amarre a cizallamiento y la brida comprende un pie de amarre a cizallamiento.

Opcionalmente, una estructura de costilla simétrica comprende adicionalmente un único asegurador en el pie de amarre a cizallamiento lo que permite dimensiones reducidas.

35 En otra realización, se proporciona un método para configurar una estructura de costilla simétrica:

configurar una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana;

configurar una brida configurada en una periferia de una estructura de costilla simétrica

40 configurar un hueco de sujeción configurado en la brida, y comprender un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana;

configurar un recorte en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción; y

configurar dos columnas de soporte acopladas a la brida en los lados opuestos del recorte.

Opcionalmente, el método comprende adicionalmente configurar el recorte para definir un volumen dimensionado para aceptar un asegurador y un componente mecanizado para sujetar el asegurador.

45 Opcionalmente, el método comprende adicionalmente configurar el recorte que comprenda la holgura a lo largo de las dos columnas de soporte.

Opcionalmente, el método comprende adicionalmente cubrir las superficies interiores del recorte y el hueco de sujeción con una camisa de reparación ajustada en caliente.

5 Opcionalmente, el método comprende adicionalmente instalar una única fila de aseguradores en el plano central de la membrana de la membrana estructural de la estructura de costilla simétrica lo que permite un ancho reducido de la estructura de costilla simétrica.

Opcionalmente, el método comprende adicionalmente instalar una estructura de costilla simétrica en un ala de una aeronave.

Opcionalmente, el método comprende adicionalmente configurar el recorte para que comprenda un recorte del amarre a cizallamiento que comprenda un único asegurador en la brida, lo que permite dimensiones reducidas.

10 En otra realización, se proporciona un método para la fijación de un único lado de la estructura de costilla simétrica, en la que el método comprende:

posicionar una estructura de costilla simétrica en un lugar de ensamblaje, en el que una estructura de costilla simétrica que comprende:

15 una membrana estructural que comprende una membrana del plano central y una pluralidad de membranas de refuerzo, y simetría sobre el plano central de la membrana;

un lado del ensamblaje que comprende uno de los siguientes: un primer lado de una estructura de costilla simétrica con respecto al plano central de la membrana, o un segundo lado de una estructura de costilla simétrica opuesto al primer lado con respecto al plano central de la membrana;

una brida configurada en una periferia de la estructura de costilla simétrica;

20 un hueco de sujeción de una pluralidad de huecos de sujeción configurado en la brida y comprende un eje de simetría del hueco de sujeción alineado con el plano central de la membrana;

un recorte configurado en la membrana estructural alrededor del hueco de sujeción; y

dos columnas de soporte acopladas a la brida en los lados opuestos del recorte;

25 insertar un asegurador de una pluralidad de aseguradores en el recorte en una estructura de costilla simétrica sólo desde el lado del ensamblaje;

posicionar el asegurador en el hueco de sujeción sólo desde el lado del ensamblaje;

insertar una herramienta de fijación en un recorte en la estructura de costilla simétrica sólo desde el lado del ensamblaje;

acoplar la herramienta de fijación al asegurador; y

30 operar la herramienta de fijación sólo desde el lado del ensamblaje para acoplar el asegurador a uno o más objetos.

Opcionalmente, el método comprende adicionalmente instalar una única fila de aseguradores en el plano central de la membrana de la membrana estructural de una estructura de costilla simétrica, lo que permite un ancho reducido de la estructura de costilla simétrica.

35 Opcionalmente, el método comprende adicionalmente instalar la estructura de costilla simétrica en un ala de una aeronave.

40 Aunque se presenta al menos un ejemplo de configuración en la descripción detallada anterior, debe apreciarse que existe un vasto número de variaciones. También debe apreciarse que la configuración o configuraciones descritas en la presente memoria no pretenden limitar el alcance, aplicabilidad, o la configuración del objeto de ninguna manera. Más bien, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la técnica una guía (*roadmap*) conveniente para implementar la configuración o configuraciones descritas. Debe entenderse que se pueden hacer varios cambios en la función y disposición de elementos sin apartarse del alcance definido en las reivindicaciones, que incluye equivalentes conocidos y equivalentes previsibles en el momento en que se llena esta solicitud de patente.

45 La descripción anterior se refiere a elementos o nodos o características que están "conectadas" o "acopladas" en conjunto. Tal como se usa en la presente memoria, a menos que se indique expresamente lo contrario, se debería interpretar que "conectado" significa que un elemento/nodo/característica se comunica directamente con (o comunica directamente a) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente mecánicamente. De la misma manera, a menos que se indique expresamente lo contrario, se debe interpretar que "acoplado" significa que un elemento/nodo/característica se comunica indirectamente con (o directa o indirectamente se comunica a) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente mecánicamente. De este modo, aunque las Figuras 1, 2, 4, 6, 7,

50

8, 9 y 11 representan disposiciones de ejemplo de elementos, pueden estar presentes elementos, dispositivos, características, o componentes adicionales en la configuración de la descripción de la presente memoria.

5 Los términos y frases usados en este documento, y variaciones de los mismos, a menos que se indique expresamente lo contrario, deben interpretarse como de forma abierta y no limitante. Como ejemplo de lo anterior: el término "incluir" debe leerse como significando "incluir, sin limitación" o similares; el término "ejemplo" se usa para proporcionar casos ejemplares del elemento en discusión, no una lista exhaustiva o limitativa del mismo; y adjetivos tales como "convencional," "tradicional," "normal," "estándar", "conocido" y términos de significado similar no deben interpretarse como limitaciones del elemento descrito en un periodo de tiempo dado o un elemento disponible a partir de un momento dado, sino que deben leerse para abarcar tecnologías convencionales, tradicionales, normales, o estándares que pueden estar disponibles o se conocen ahora o en cualquier momento futuro.

10 De la misma manera, un grupo de elementos relacionados con la conjunción "y" no deben leerse como requisito de que estén presentes todos y cada uno de estos elementos, sino que debería leerse como "y/o", a menos que se indique expresamente lo contrario. Igualmente, un grupo de elementos relacionados con la conjunción "o" no deben leerse como en el sentido de que exige una exclusividad mutua entre ese grupo, sino que también debe leerse como "y/o" a menos que se indique expresamente lo contrario.

15 Además, aunque artículos, elementos o componentes de la descripción pueden describirse o reivindicarse en singular, se considera el plural dentro del alcance del mismo, a menos que se indique explícitamente lo limitado a singular. La presencia de palabras y frases que amplían como "uno o más," "al menos," "pero no se limita a" u otras frases semejantes, no se leerá que se pretende o requiere el significado más estricto en casos donde tales frases ampliadoras pueden estar ausentes.

20 El término "alrededor" cuando se refiere a un valor numérico o intervalo pretende abarcar valores resultantes del error experimental que puede ocurrir al tomar medidas.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Una estructura de costilla simétrica 400/600 que comprende un primer lado 1108 y un segundo lado 1110 opuesto al primer lado con respecto a una membrana del plano central, en la que una estructura de costilla simétrica es simétrica sobre el plano central de la membrana entre el primer lado y el segundo lado, en la que una estructura de costilla simétrica comprende:
- una membrana estructural 408 que comprende una pluralidad de membranas de refuerzo 614, en la que la membrana estructural es paralela al plano central de la membrana y simétrica sobre el plano central de la membrana;
- una brida 714 configurada en una periferia 728 de la estructura de costilla simétrica;
- 10 un hueco de sujeción 706 configurado en la brida, en el que el eje de simetría 718 del hueco de sujeción se alinea con el plano central de la membrana; y
- dos columnas de soporte 724 y 726 acopladas a una brida caracterizada por que dichas dos columnas de soporte están acopladas en los lados opuestos de un recorte 620 configurado en la membrana estructural, en el que el recorte es adyacente al hueco de sujeción en una dirección perpendicular a la brida.
- 15 2.- La estructura de costilla simétrica 400/600 de la reivindicación 1, en donde la membrana estructural 408 se configura para separar huecos de sujeción 706.
- 3.- La estructura de costilla simétrica 400/600 de cualquier reivindicación anterior, comprende adicionalmente un asegurador 604 alineado con el plano central de la membrana 608 de la membrana estructural 408.
- 20 4.- La estructura de costilla simétrica 400/600 de cualquier reivindicación anterior, en donde el recorte 620 define un volumen dimensionado para aceptar un asegurador 604 y un componente mecanizado 712 para sujetar el asegurador; y en donde el recorte comprende una holgura 710 a lo largo de las dos columnas de soporte 724 y 726.
- 5.- La estructura de costilla simétrica 400/600 de cualquier reivindicación anterior, en donde el hueco de sujeción 706 y las superficies interiores 730 del recorte 620 están cubiertos por una camisa de reparación ajustada en caliente 802.
- 25 6.- La estructura de costilla simétrica 400/600 de cualquier reivindicación anterior, en donde una única fila de aseguradores 604 se instala en el plano central de la membrana 608 de la membrana estructural 408 permitiendo un ancho reducido de la estructura de costilla simétrica.
- 7.- una estructura de costilla simétrica 400/600 de cualquier reivindicación anterior, en donde una estructura de costilla simétrica se instala en un ala de una aeronave.
- 30 8.- La estructura de costilla simétrica 400/600 de cualquier reivindicación anterior, en donde el recorte 620 comprende un recorte 620 del amarre a cizallamiento y la brida 714 comprende un pie 610 del amarre a cizallamiento que tiene un único asegurador 604, lo que permite dimensiones reducidas.
- 9.- Un método para configurar una estructura de costilla simétrica 400/600 que comprende un primer lado 1108 y un segundo lado 1110 opuesto al primer lado con respecto a una membrana del plano central, en la que una estructura de costilla simétrica es simétrica sobre el plano central de la membrana entre el primer lado y el segundo lado, en el que el método comprende:
- 35 configurar una membrana estructural 408 que comprende una pluralidad de membranas de refuerzo 614, en la que la membrana estructural es paralela al plano central de la membrana y simétrica sobre el plano central de la membrana;
- 40 configurar una brida 714 en una periferia 728 de la estructura de costilla simétrica;
- configurar un hueco de sujeción 706 en la brida, en el que el eje de simetría 718 del hueco de sujeción se alinea con el plano central de la membrana; y
- 45 configurar dos columnas de soporte 724 y 726 acopladas a una brida, caracterizada por que dichas dos columnas de soporte están acopladas en los lados opuestos de un recorte 620 configurado en la membrana estructural, en el que el recorte es adyacente al hueco de sujeción en una dirección perpendicular a la brida.
- 10.- El método de la reivindicación 9, comprende adicionalmente configurar el recorte 620 para definir un volumen dimensionado para aceptar un asegurador 604 y un componente mecanizado 712 para sujetar el asegurador.
- 11.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, comprende adicionalmente configurar el recorte 620 que comprende una holgura 710 a lo largo de dos columnas de soporte 724 y 726.

12.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, comprende adicionalmente cubrir las superficies interiores 730 del recorte 620 y el hueco de sujeción 706 con una camisa de reparación ajustada en caliente 802.

5 13.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, comprende adicionalmente la instalación de una única fila de aseguradores 604 en el plano central de la membrana 608 de la membrana estructural 408 de una estructura de costilla simétrica 400/600, lo que permite un ancho reducido de la estructura de costilla simétrica.

14.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, comprende adicionalmente la instalación de una estructura de costilla simétrica 400/600 en un ala de una aeronave.

10 15.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, comprende adicionalmente configurar el recorte 620 que comprende un recorte del amarre a cizallamiento 620 que comprende un único asegurador 604 en la brida 714 que permite dimensiones reducidas.

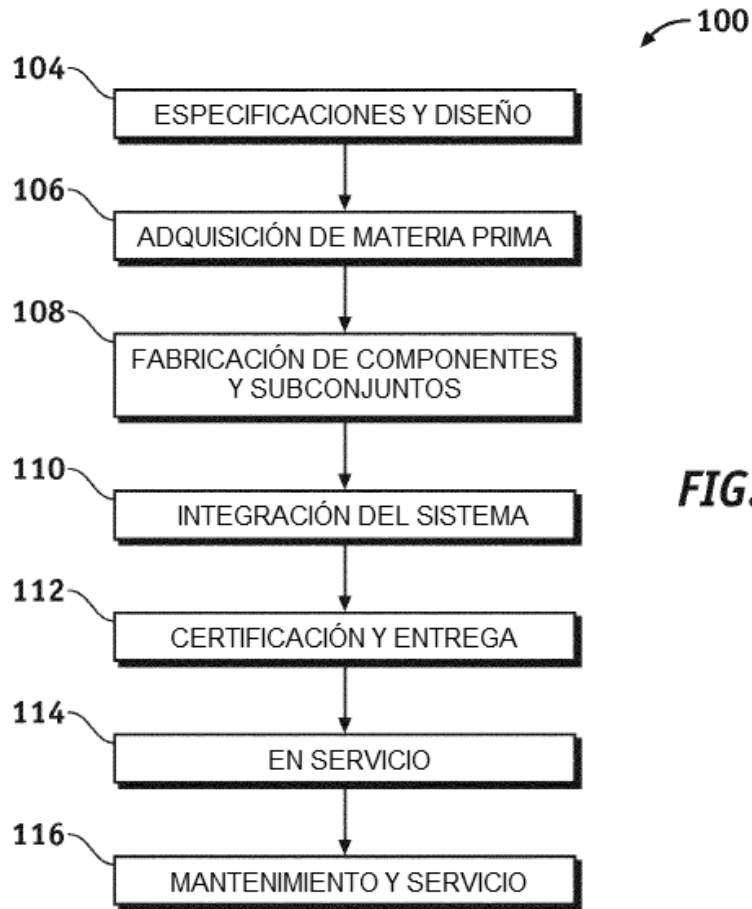


FIG. 1

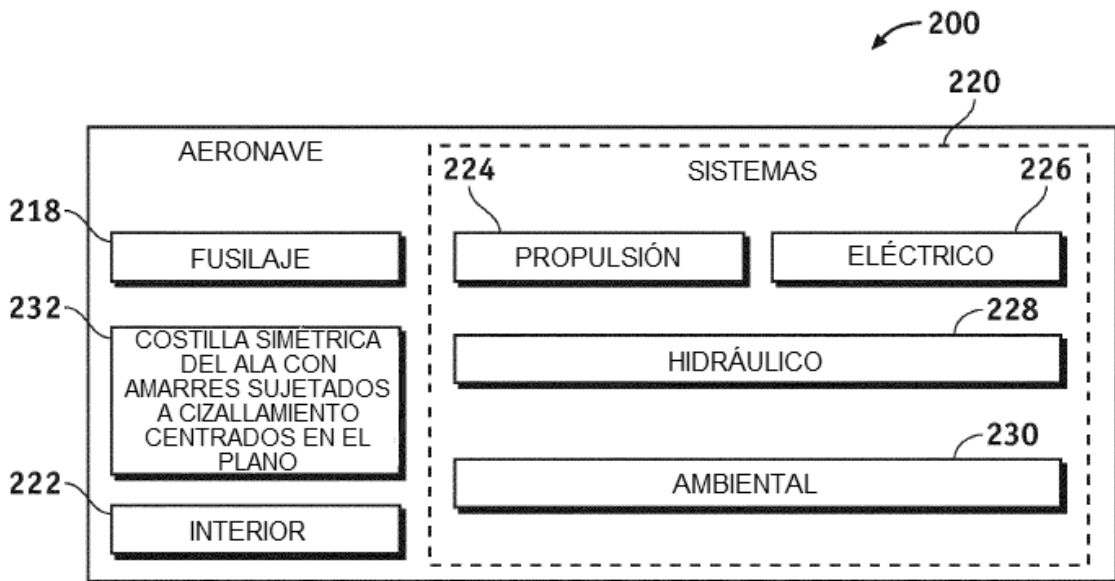
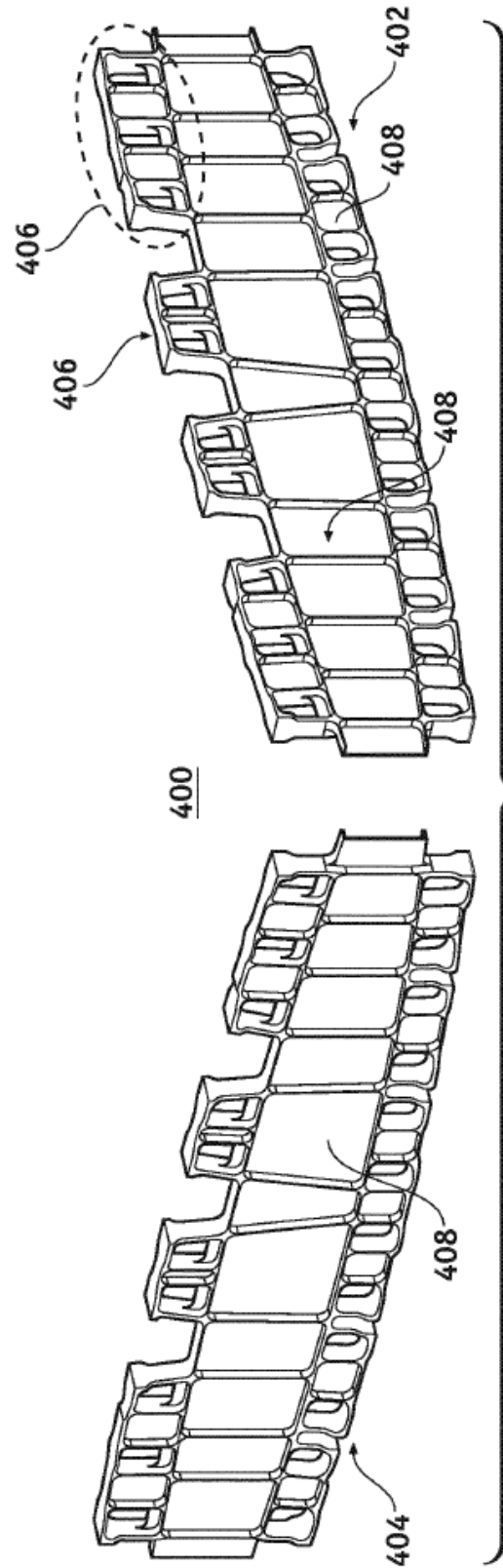
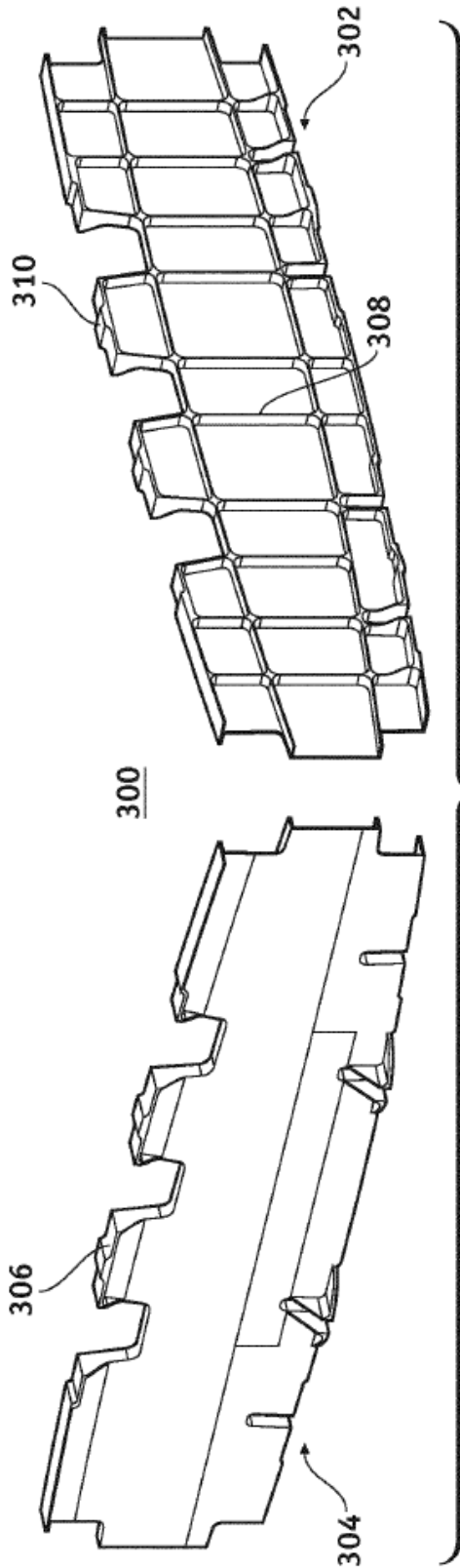


FIG. 2



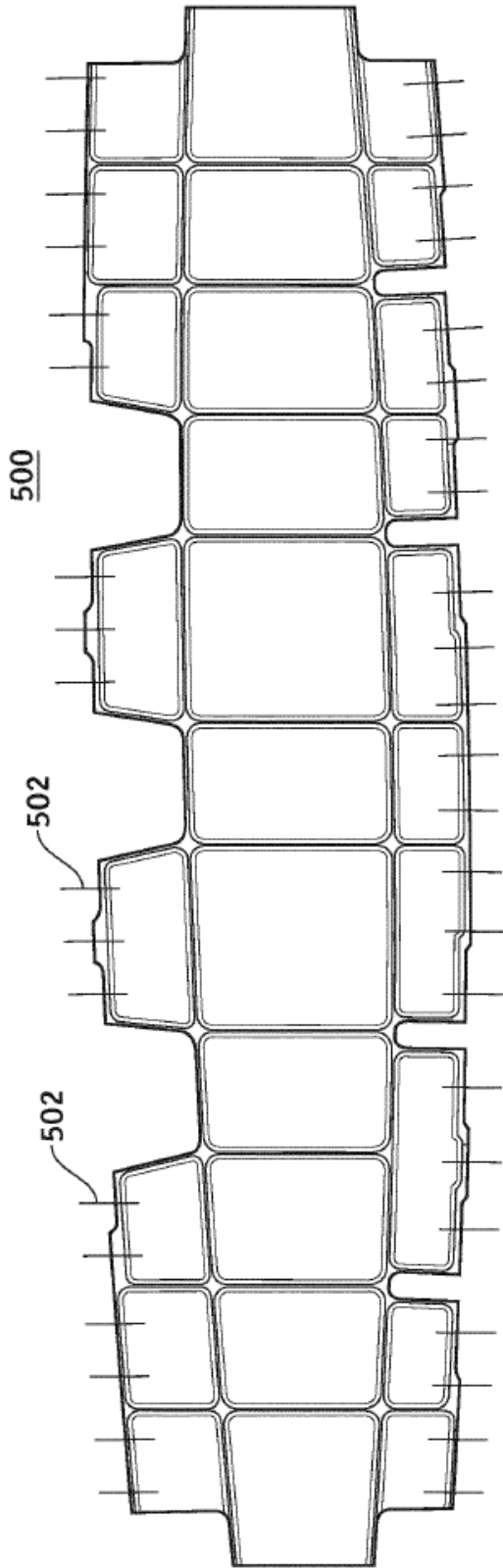


FIG. 5
TÉCNICA EXISTENTE

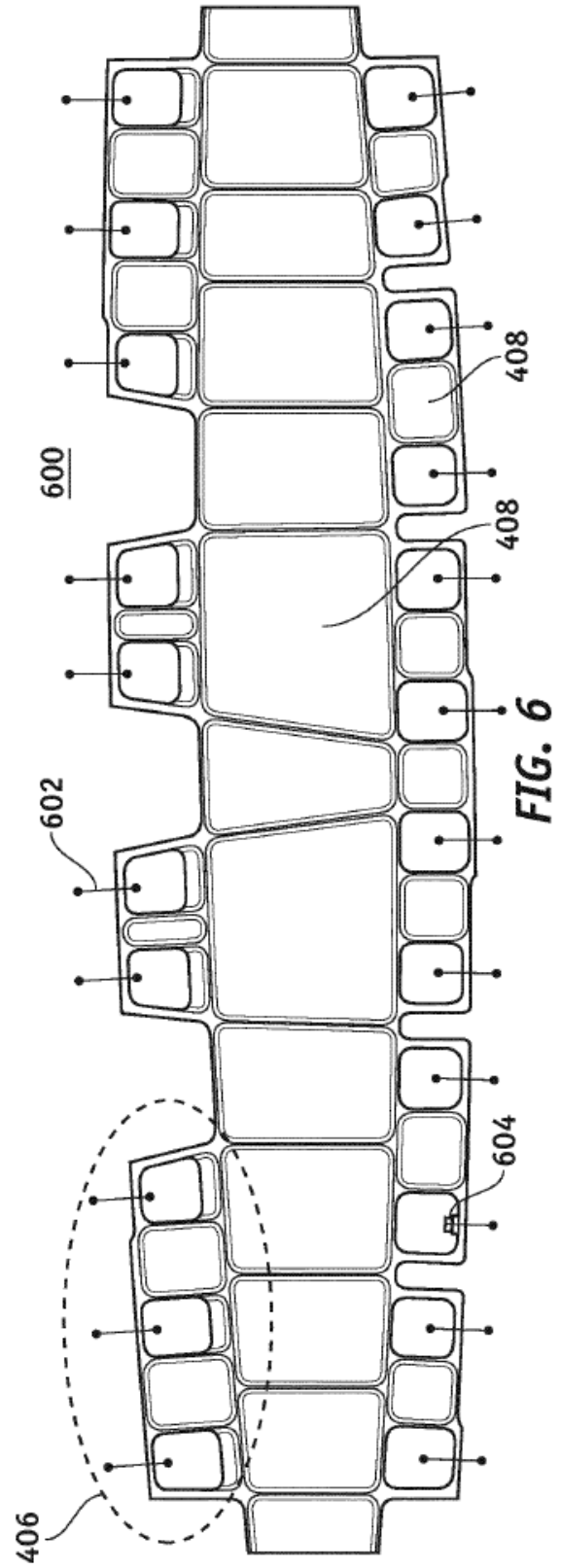


FIG. 6

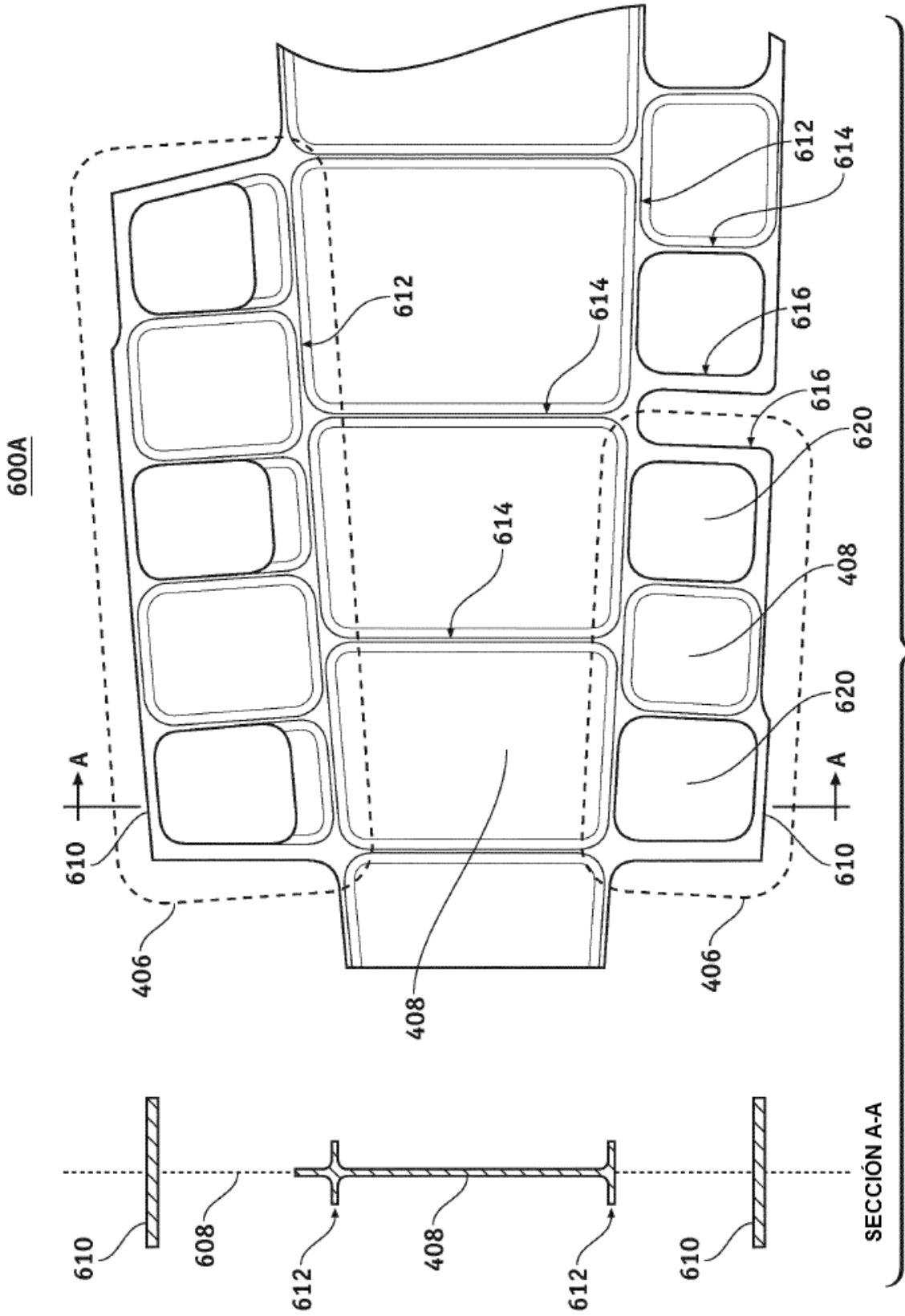


FIG. 6A

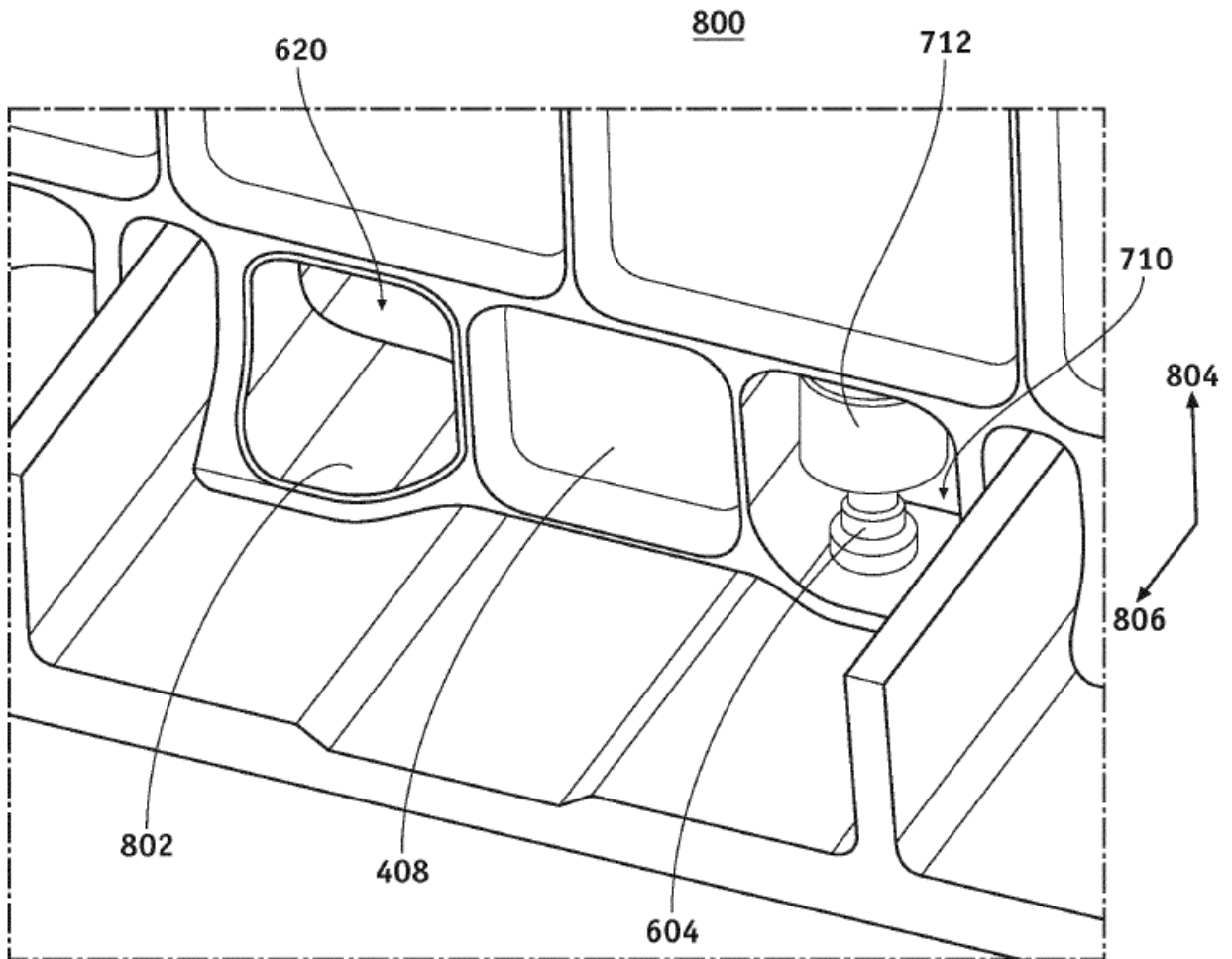


FIG. 8

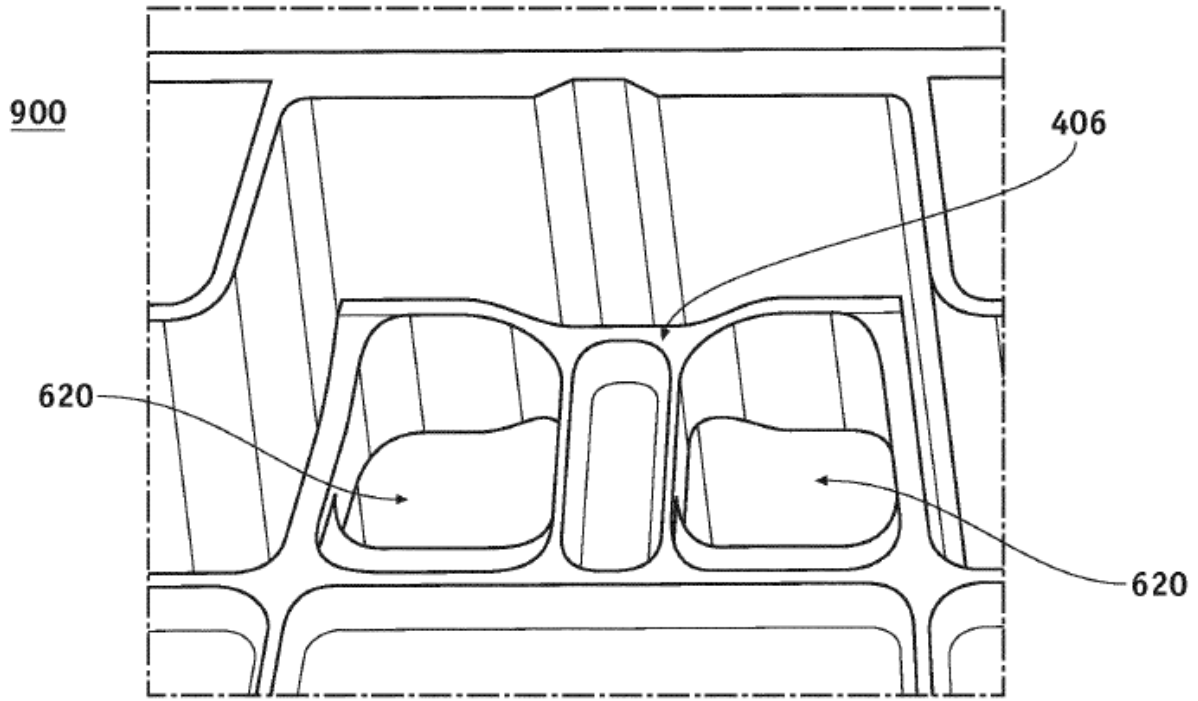


FIG. 9

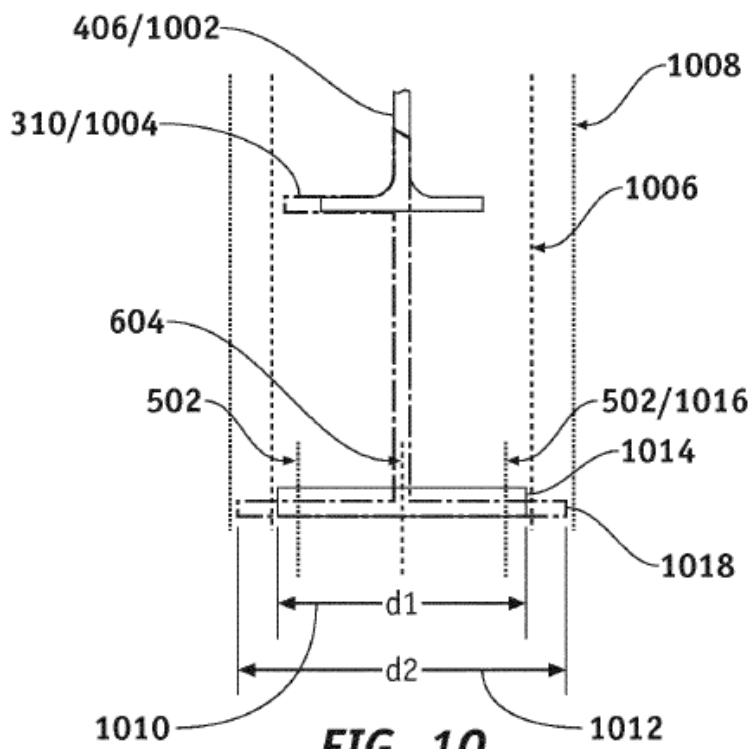
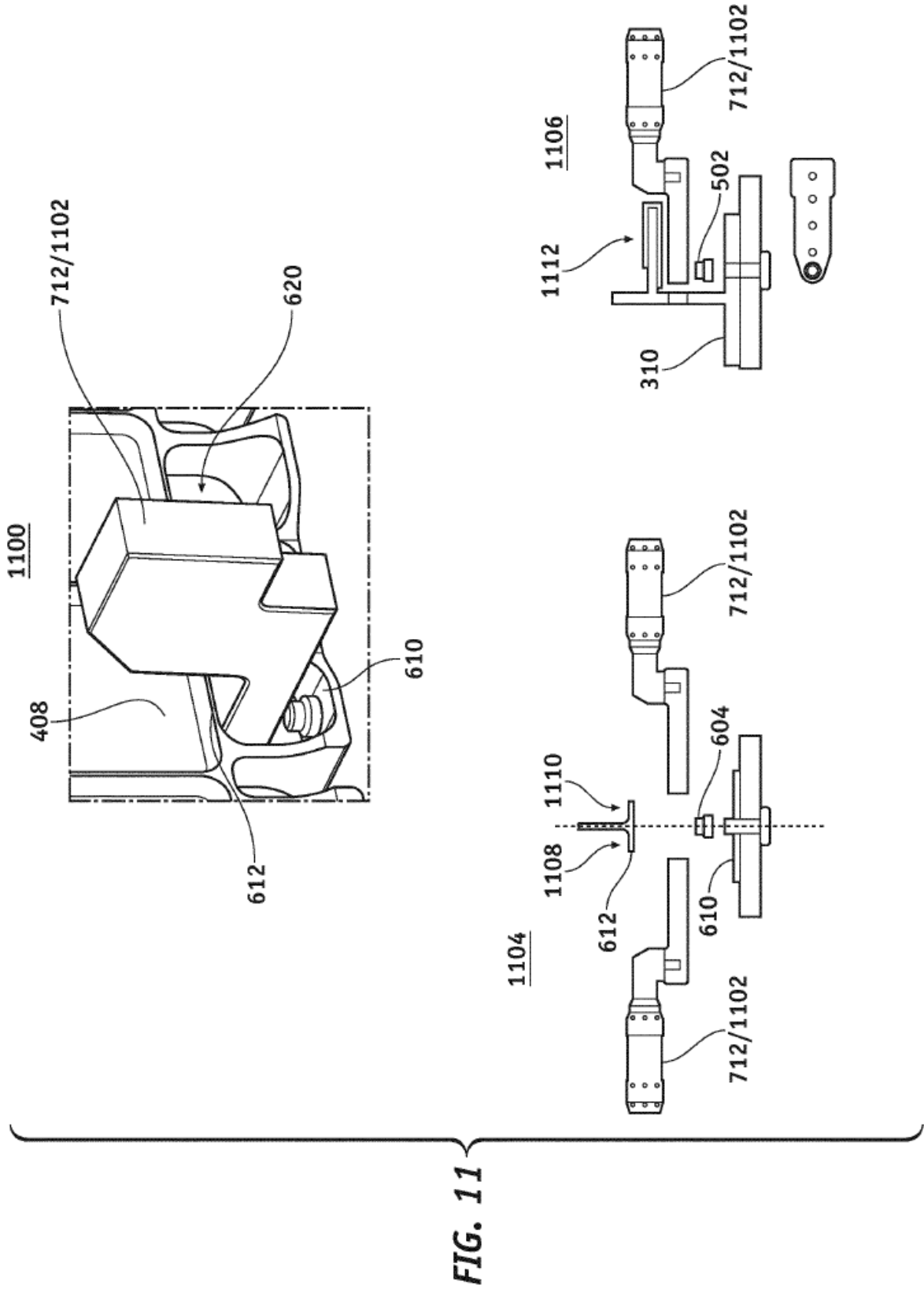


FIG. 10



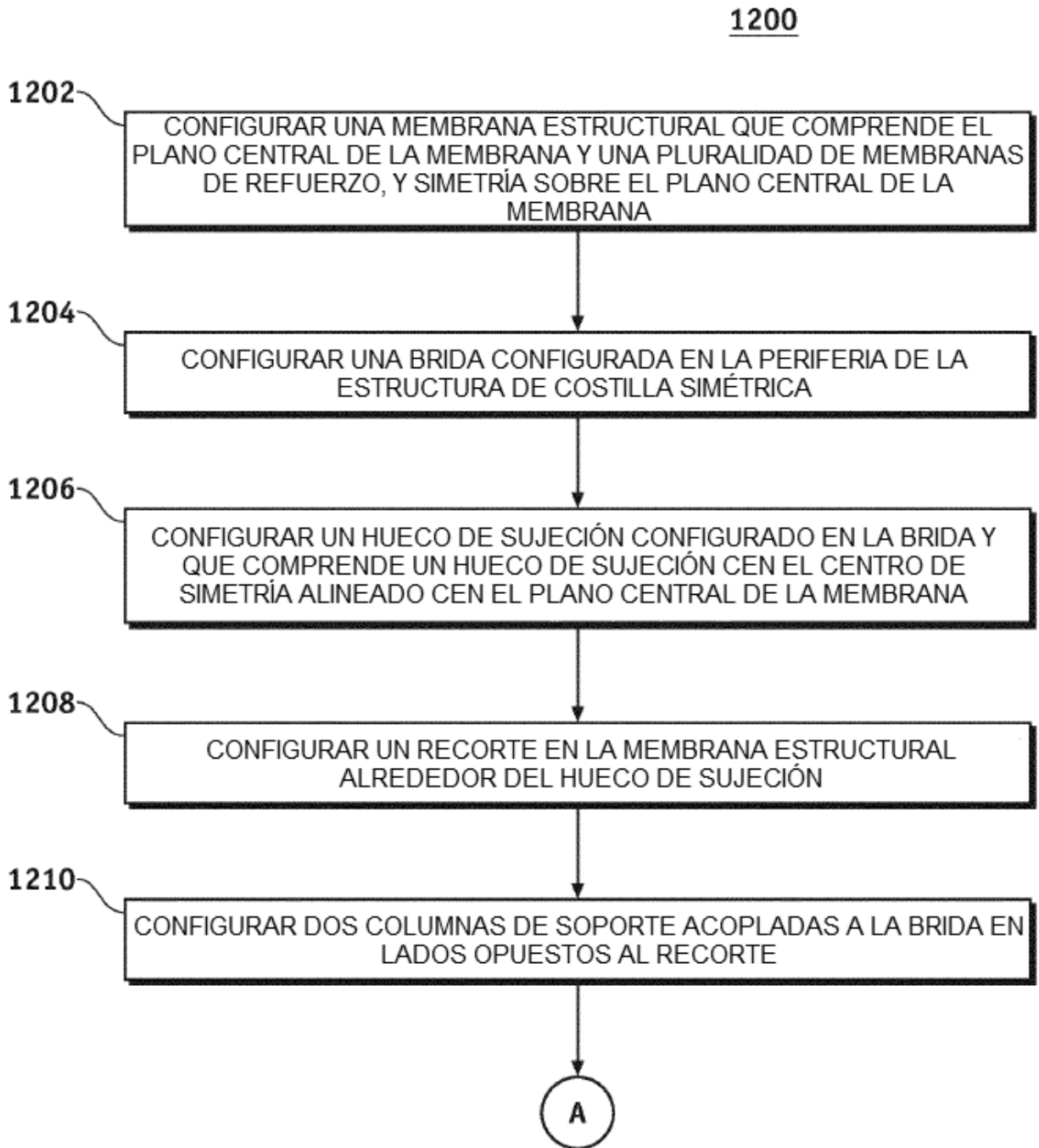


FIG. 12

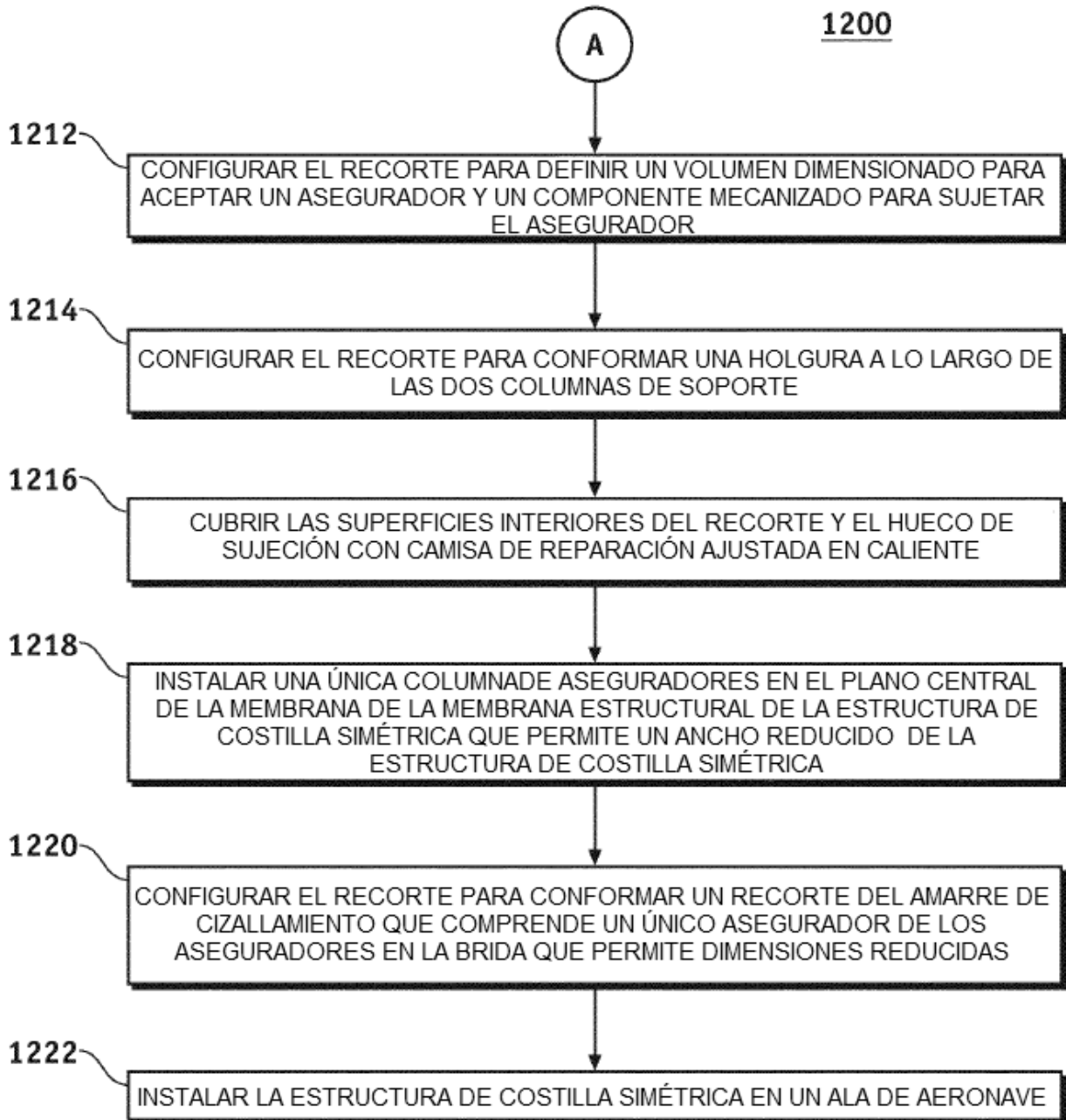


FIG. 12 cont.

1300

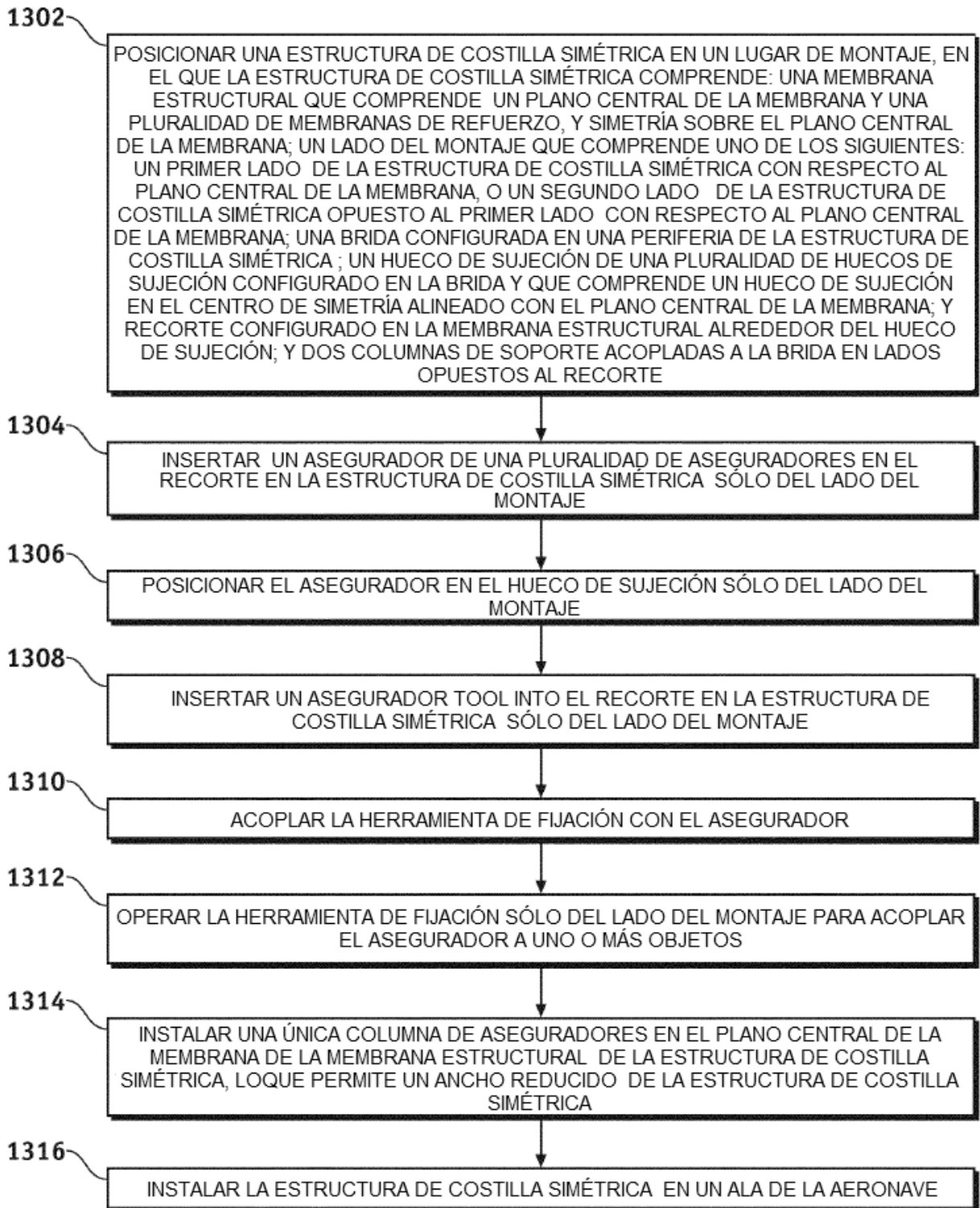


FIG. 13