

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 527**

51 Int. Cl.:

B29C 65/00 (2006.01)

B29C 65/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2009 E 11169616 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2404740**

54 Título: **Procedimiento y aparato para unir elementos estructurales compuestos**

30 Prioridad:

13.11.2008 US 270682

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

09.05.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DAY, DAN D.;
MEYER, ROBERT G.;
PERLA, LUIS A.;
RANSOM, RICHARD A.;
HOLLAND, JUSTIN L.;
LUND, ERIK;
WARREN, JOSEPH F.;
KLINE, WILLIAM THOMAS;
VANVOAST, PETER J.;
KENNEDY, THOMAS J.;
GROTH, CURTIS M.;
HU, CHARLES Y.;
BUTLER, GEOFFREY A.;
NELSON, CHARLES J. y
PHUNG, THANG D.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 611 527 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

Procedimiento y aparato para unir elementos estructurales compuestos

Campo técnico

5 Esta divulgación se refiere en general a estructuras compuestas, y se ocupa más particularmente de un procedimiento y un aparato para la unión de secciones compuestas utilizando empalmes enlazados, así como elementos estructurales compuestos hechos de ese modo.

Antecedentes

10 Con el fin de producir elementos estructurales compuestos relativamente largos, secciones compuestas a veces se unen entre sí mediante una junta de empalme. Por ejemplo, en la industria aeronáutica, largueros, largueros, marcos y otras geometrías compuestas complejas relativamente largas se pueden formar por la unión de dos o más secciones compuestas largas usando un elemento de empalme de metal y elementos de fijación. Sin embargo, los elementos de empalme de metal pueden no ser recomendables por varias razones de montaje.

15 Puede ser posible unir elementos estructurales compuestos utilizando elementos de empalme compuestos. Sin embargo, puede no ser práctico formar juntas de empalme compuestas entre secciones compuestas largas porque las autoclaves comerciales pueden no ser lo suficientemente grandes como para acomodar la longitud de las piezas relativamente largas, tal como largueros de ala, largueros y marcos.

20 Por consiguiente, existe la necesidad de un procedimiento y un aparato para unir elementos estructurales tales como secciones de largueros, largueros y marcos que permiten el uso de elementos de empalme compuestos. También hay una necesidad de elementos estructurales compuestos formados a partir de secciones compuestas unidas entre sí por elementos de empalme compuestos.

El documento FR2710871 divulga un procedimiento de unión de elementos hechos de material compuesto. Este procedimiento consiste en la producción de una preforma escalonada, cuya geometría de escalones depende de la naturaleza del material compuesto que se va a realizar y del tipo de estructura, y posteriormente en el apilamiento sucesivamente de las capas de material compuesto en el borde de los escalones de la preforma.

25 El documento "On the way to automated joining processes" de Menges G. et al. divulga la unión de piezas de fibra de carbono por medio de electrodos para inducir corriente en la fibra de carbono, que a su vez proporciona un efecto de calentamiento en la superficie de la fibra de carbono que funde cola para unir las piezas de fibra de carbono.

30 El documento US2960147A divulga un dispositivo de sellado por calor para la unión de láminas de plástico que comprende: un conjunto de soporte que tiene un cuerpo alargado generalmente en forma de U, cuyos brazos opuestos incluyen superficies de extremo planas que forman un primer plano en el que las láminas de plástico que se van a unir pueden estar soportadas; un devanado eléctrico envuelto alrededor del elemento transversal del cuerpo en forma de U para el funcionamiento del cuerpo en forma de U como un electroimán; un elemento de soporte de material aislante que se extiende a través de los brazos del cuerpo en forma de U para soportar las láminas de plástico en la zona que se va a unir; un elemento de calentamiento contenido en dicho elemento de soporte para el calentamiento del plástico a un estado fundido en dicha zona; un conjunto de presurización; y una bolsa de fluido expansible que tiene una abertura para introducir un fluido de inflado para hacer que la bolsa se conforme y confine el plástico en la zona que se va a unir, y que tiene una abertura adicional por la que un fluido de enfriamiento se puede hacer pasar a través de la bolsa al final del empalme para enfriar la citada zona.

40 El documento FR1308557A divulga un procedimiento de producción de un sellado de mayor longitud entre dos tiras de tela de caucho vulcanizado, caracterizado por que los bordes de las dos tiras cortadas que opcionalmente están dispuestas ligeramente separadas en paralelo entre sí y con al menos una tira de caucho en crudo o paño de caucho en crudo interpuesto entre los dos bordes de manera que sobresale ligeramente de la tira que está en cada lado de la junta, formándose dicha junta mientras que se aplica de manera uniforme en toda su longitud contra una superficie de calentamiento de vulcanización usando una membrana sometida a una presión de fluido.

45 El documento US3553043A divulga un procedimiento de unión de caucho de silicona sin curar y de vidrio entre sí mediante el uso de membranas flexibles, elásticas o resistentes accionadas por fluido a presión calentado para presionar el vidrio y el caucho en contacto estrecho entre sí durante el curado al menos parcialmente del caucho mediante el calor suministrado al mismo a través de las membranas del fluido caliente.

50 El documento JPS5979730A divulga una placa de fijación superior que se desliza hacia una más baja para presurizar los productos moldeados de plástico reforzados con fibra de vidrio, teniendo cada uno una capa de adhesivo de poliuretano formada en el mismo con mangueras estrechamente en contacto con los productos moldeados de plástico reforzados con fibra de vidrio. El medio de calentamiento de cada manguera es un líquido, de manera que dicho medio se expulsa de manera uniforme a la superficie interior de la manguera y, como resultado, la transferencia de calor uniforme se realiza para las superficies exteriores de los productos moldeados de plástico reforzados con fibra de vidrio.

55

Sumario

- Los modos de realización divulgados proporcionan un procedimiento y un aparato para la fijación de elementos estructurales compuestos relativamente grandes en un área localizada, que evita la necesidad de curar la unión en un autoclave. La capacidad de aplicar calor y presión localizados a la junta de unión permite el uso de un elemento de empalme compuesto y puede eliminar la necesidad de elementos de fijación.
- Según un aspecto, se proporciona un aparato para unir secciones compuestas alargadas de un elemento estructural compuesto de acuerdo con la reivindicación 1. De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un procedimiento de unión de dos secciones compuestas alargadas de acuerdo con la reivindicación 8.
- Según un ejemplo divulgado, un elemento estructural compuesto comprende una primera sección compuesta y una segunda sección compuesta. Un elemento de empalme compuesto se superpone y empalma al menos parcialmente la primera y segunda secciones. El elemento de empalme forma una junta entre la primera y segunda secciones compuestas, que tienen una sección transversal en forma de V. Las secciones compuestas pueden tener geometrías complejas, incluyendo una forma de C, forma de Z, forma de J, forma de T, forma de I y una sección transversal en forma de sombrero.
- De acuerdo con un ejemplo de procedimiento divulgado, la producción de un elemento estructural compuesto comprende la formación de una primera y una segunda sección compuesta. Se forma un elemento de empalme compuesto para formar una junta de empalme entre la primera y segunda secciones compuestas. El elemento de empalme está unido a la primera y segunda secciones compuestas. Unir el elemento de empalme puede incluir el uso de una prensa para aplicar localmente calor y presión a la junta. La unión se puede realizar usando una cámara inflable a presión para aplicar presión a la junta dentro de una prensa, mientras se aplica calor a la junta.
- De acuerdo con otro ejemplo, el aparato para el curado de piezas compuestas comprende una primera plataforma y una segunda plataforma relativamente móviles entre una posición de carga de piezas abierta y una posición de curado de piezas cerrada; una herramienta contra la que se puede presionar una pieza. La herramienta está soportada por la primera plataforma. Al menos una primera cámara adaptada para ser presurizada y soportada por la segunda plataforma para el prensado de la pieza contra la herramienta. Se proporcionan medios para el calentamiento de la herramienta. La primera y segunda plataformas pueden ser portátiles de forma independiente.
- De acuerdo con otro ejemplo divulgado, se proporciona un aparato para la unión de secciones compuestas de un elemento estructural compuesto. El aparato incluye una máquina de unión para la unión de un elemento de empalme compuesto sobre una junta entre los extremos adyacentes de dos secciones alargadas compuestas y plantillas en lados opuestos de la máquina de unión para soportar las secciones compuestas en una relación de extremo a extremo.
- De acuerdo con un ejemplo más del procedimiento, la unión de dos secciones compuestas alargadas comprende: soportar las secciones compuestas en una relación de extremo a extremo alineada. Los extremos adyacentes de las secciones compuestas se colocan dentro de una prensa. Se forma una junta entre las secciones compuestas mediante la colocación de un elemento de empalme sin curar sobre los extremos adyacentes de las secciones compuestas. La prensa se cierra y el elemento de empalme se une a los extremos de las secciones compuestas mediante el uso de la prensa para aplicar calor y presión a la junta.
- De acuerdo con otro ejemplo, un conjunto de herramienta calentada para formar una pieza comprende una primera herramienta y una segunda herramienta, entre las cuales se puede formar una pieza. Se proporcionan medios para el calentamiento de la primera herramienta, que incluyen un calentador para calentar un medio, un soplador para soplar el medio calentado, una pluralidad de boquillas para dirigir el medio calentado sobre la primera herramienta, y una cámara de sobrepresión acoplada entre el soplador y las boquillas.
- En un primer ejemplo de esta invención, se proporciona un elemento estructural compuesto, que comprende:
- una primera sección compuesta;
 - una segunda sección compuesta; y
 - un elemento de empalme compuesto que al menos parcialmente se superpone y empalma la primera y segunda secciones compuestas.
- Opcionalmente, la primera y segunda secciones compuestas tienen, cada una, una sección transversal seleccionada del grupo que consiste en:
- una forma de C,
 - una forma de Z,
 - una forma de J,

una forma de T

una forma de I, y

una forma de sombrero.

5 Opcionalmente, el elemento de empalme incluye una sección longitudinal sustancialmente en forma de V que se extiende transversalmente a la sección transversal del elemento de empalme.

Opcionalmente, la primera y segunda secciones compuestas se extienden en diferentes direcciones que forman un ángulo, y el elemento de empalme compuesto incluye una primera y segunda porciones que se superponen respectivamente y se unen a la primera y segunda secciones compuestas.

10 Opcionalmente, el elemento de empalme compuesto forma una junta sustancialmente en forma de V entre la primera y segunda secciones compuestas.

Opcionalmente, la junta sustancialmente en forma de V incluye:

una primera junta biselada entre el elemento compuesto y la primera sección compuesta, y

una segunda junta biselada entre el elemento de empalme compuesto y la segunda sección compuesta.

15 Opcionalmente, la primera y segunda secciones compuestas forman un larguero continuo, una viga continua, un larguerillo continuo o un marco continuo para una aeronave, y

el elemento de empalme está unido a la primera y segunda secciones compuestas.

En un segundo ejemplo de esta invención, se proporciona una aeronave que comprende un fuselaje que incluye el elemento estructural compuesto del primer ejemplo.

20 En un tercer ejemplo de esta invención, se proporciona un procedimiento de fabricación del fuselaje del segundo ejemplo, que comprende el montaje del elemento estructural compuesto en un conjunto de ala, que forma un componente del fuselaje.

En un cuarto ejemplo de esta invención, se proporciona un procedimiento de fabricación de la aeronave del segundo ejemplo, que comprende el montaje de la aeronave con al menos un elemento estructural compuesto de acuerdo con el primer ejemplo.

25 Opcionalmente, la primera y segunda secciones compuestas forman una pieza continua seleccionada del grupo que consiste en:

un larguero,

una viga,

un larguerillo, y

30 un marco.

Opcionalmente, la pieza continua tiene una sección transversal seleccionada del grupo que consiste en:

una forma de C,

una forma de Z,

una forma de J,

35 una forma de T,

una forma de I, y

una forma de sombrero.

En un quinto ejemplo de la invención, se proporciona un procedimiento de producción de un elemento estructural compuesto, que comprende:

40 formación de una primera sección compuesta;

formación de una segunda sección compuesta;

formación de un elemento de empalme compuesto; y,

unión del elemento de empalme compuesto a la primera y segunda secciones compuestas para formar una junta de empalme entre la primera y segunda secciones compuestas.

Opcionalmente, la formación de la primera sección compuesta incluye la formación de una primera capa de materiales compuestos y el curado de la primera capa,

- 5 la formación de la segunda sección compuesta incluye la formación de una segunda capa de materiales compuestos y el curado de la segunda capa,

la formación del elemento de empalme compuesto incluye la formación de una tercera capa de materiales compuestos, y

- 10 la unión del elemento de empalme incluye la colocación de la tercera capa en la primera y segunda secciones compuestas y, a continuación, el curado de la tercera capa.

Opcionalmente, la unión del elemento de empalme incluye el uso de una prensa para aplicar localmente calor y presión a la junta.

Opcionalmente, la formación de la primera capa incluye la formación de una primera rampa a lo largo de un borde de la primera capa,

- 15 la formación de la segunda capa incluye la formación de una primera segunda rampa a lo largo de un borde de la segunda capa, y

la formación de la tercera capa incluye la formación de una tercera y cuarta rampas que se superponen, respectivamente, a la primera y segunda rampas cuando la tercera capa se ha colocado en la primera y segunda secciones compuestas.

- 20 Opcionalmente, la unión del elemento de empalme incluye:

proporcionar un mandril,

colocar la junta sobre el mandril,

colocar una bolsa de vacío sobre la junta, y

usar la bolsa para aplicar presión a la junta.

- 25 Opcionalmente, la unión del elemento de empalme incluye:

el uso de una cámara de aire a presión para aplicar presión a la junta, y

aplicar calor a la junta mientras se aplica presión a la junta con la cámara.

Opcionalmente, el uso de la cámara para aplicar presión se lleva a cabo dentro de una prensa.

- 30 En un sexto ejemplo de la invención, se proporciona un elemento estructural compuesto fabricado mediante el procedimiento del quinto ejemplo.

Opcionalmente, cada una de la primera y segunda secciones compuestas tiene una sección transversal seleccionada del grupo que consiste en:

una forma de C,

una forma de Z,

- 35 una forma de J,

una forma de T,

una forma de I, y

una forma de sombrero.

Opcionalmente, el elemento estructural compuesto es uno seleccionado del grupo que consiste en:

- 40 un larguero,

una viga,

un larguerillo, y

un marco.

En un séptimo ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para el curado de piezas compuestas, que comprende:

5 una primera plataforma y una segunda plataforma relativamente móviles entre una posición abierta y una posición cerrada;

una herramienta contra la cual se puede presionar una pieza, soportándose la herramienta por la primera plataforma;

al menos una primera cámara adaptada para ser presurizada y soportada por la segunda plataforma para el prensado de la pieza contra la herramienta; y,

10 medios para calentar la herramienta.

Opcionalmente, cada una de la primera y segunda plataformas es portátil.

Opcionalmente, el aparato comprende además:

un primer medio para el montaje de la herramienta en la primera plataforma para el movimiento lineal de forma sustancialmente horizontal hacia y alejada de la pieza; y,

15 un segundo medio para el montaje de la primera cámara en la segunda plataforma para el movimiento lineal hacia y alejada de la pieza.

Opcionalmente, el aparato comprende además:

un marco montado de forma extraíble en la segunda plataforma, y

en el que la primera cámara está unida al marco y se puede extraer de la segunda plataforma junto con el marco.

20 Opcionalmente, los medios de calentamiento incluyen:

un primer sistema de calentamiento montado en la primera plataforma para el calentamiento de la herramienta, y

un segundo sistema de calentamiento montado en la segunda plataforma para el calentamiento de la pieza.

Opcionalmente, el primer sistema de calentamiento incluye:

una fuente de calor,

25 un soplador,

un conducto acoplado al soplador y a la fuente de calor para el transporte de un medio calentado, y

boquillas acopladas al conducto para dirigir el medio calentado a la herramienta.

Opcionalmente, los medios para el calentamiento de la herramienta incluyen el aislamiento alrededor de la cámara.

30 Opcionalmente, el conducto incluye un conducto de medio de retorno para transportar el medio calentado fuera de la herramienta, y el primer sistema de calentamiento incluye además:

una fuente de medio frío, y

una válvula acoplada al conducto de medio de retorno y a la fuente de medio frío para suministrar selectivamente medio frío a la herramienta para enfriar la pieza.

Opcionalmente, el medio es uno de entre:

35 aire, y

aceite.

En un octavo ejemplo de esta invención, se proporciona un aparato para el empalme de secciones compuestas alargadas de un elemento estructural compuesto, que comprende:

40 una máquina de unión para unir un elemento de empalme compuesto a una junta entre extremos adyacentes de dos secciones compuestas; y

plantillas en lados opuestos de la máquina de unión para soportar las secciones compuestas en una relación de

extremo a extremo.

Opcionalmente, la máquina de unión incluye un mandril y pasadores de ajuste para conectar el mandril a las secciones compuestas a fin de mantener los extremos de las secciones compuestas en una alineación deseada dentro de la máquina de unión.

- 5 Opcionalmente, las plantillas están dispuestas para soportar las secciones compuestas a lo largo de sus longitudes y mantener las secciones compuestas en una alineación deseada a medida que el elemento de empalme se une a la junta entre las secciones compuestas.

Opcionalmente, la máquina de unión incluye:

medios para aplicar calor a la junta para el curado del elemento de empalme, y

- 10 medios para sujetar las secciones compuestas frente al movimiento durante el curado.

Opcionalmente, los medios para sujetar las secciones compuestas incluyen un par de placas que abarcan la junta y fijan los extremos adyacentes de las secciones compuestas.

En un noveno ejemplo de la invención, se proporciona un procedimiento para unir dos secciones compuestas alargadas, que comprende:

- 15 el soporte de las secciones compuestas en una relación de extremo a extremo alineada;

la colocación de los extremos adyacentes de las secciones compuestas dentro de una prensa;

la formación de una junta entre las secciones compuestas mediante la colocación de un elemento de empalme sin curar sobre los extremos adyacentes de las secciones compuestas;

el cierre de la prensa; y,

- 20 la unión del elemento de empalme a los extremos de las secciones compuestas mediante el uso de la prensa para aplicar localmente calor y presión a la junta.

Opcionalmente, el soporte de las secciones compuestas incluye:

la colocación de las plantillas de posicionamiento en los lados opuestos de la prensa, y

- 25 la sujeción de las secciones compuestas en las plantillas a medida que el elemento de empalme se une a los extremos de las secciones compuestas.

Opcionalmente, la unión del elemento de empalme incluye:

la colocación de una bolsa de vacío sobre el elemento de empalme, y la aplicación de presión al elemento de empalme mediante la evacuación de la bolsa de vacío.

Opcionalmente, la unión del elemento de empalme incluye:

- 30 la colocación de una cámara de presión en la prensa sobre el elemento de empalme y la bolsa de vacío, y la aplicación de presión al elemento de empalme mediante la presurización de la cámara.

Opcionalmente, la formación de una junta incluye colocar el elemento de empalme y los extremos de las secciones compuestas en un mandril, y la aplicación de calor a la junta incluye dirigir un medio caliente sobre el mandril.

Opcionalmente, la aplicación de calor a la junta incluye:

- 35 la recirculación del medio dirigido sobre el mandril, y el calentamiento del medio a medida que se recircula.

Opcionalmente, las secciones compuestas forman uno de:

una viga de suelo,

un larguero,

un marco, y

- 40 un larguerillo.

En un décimo ejemplo de esta invención, se proporciona un conjunto de herramienta calentada para formar una pieza, que comprende:

una primera herramienta y una segunda herramienta entre las cuales se puede formar una pieza; y,
medios para calentar la primera herramienta, que incluyen

un calentador para calentar un medio,
un soplador para soplar el medio calentado,

- 5 una pluralidad de boquillas para dirigir el medio calentado sobre la primera herramienta,
una cámara de sobrepresión acoplada entre el soplador y las boquillas.

Opcionalmente, la cámara de sobrepresión incluye un colector que tiene una entrada de medio y una pluralidad de salidas de medio espacialmente dispuestas para dirigir el medio a las diferentes zonas de la primera herramienta.

- 10 Opcionalmente, cada una de las boquillas incluye un elemento perforado a través del cual puede fluir medio calentado a la primera herramienta.

Opcionalmente, la primera herramienta es un mandril que tiene un lado sustancialmente hueco, y
las boquillas se extienden hacia el lado hueco del mandril.

Opcionalmente, la segunda herramienta incluye:

una superficie de la herramienta para la formación de la pieza y,

- 15 aislamiento térmico para reducir la fuga de calor a través de la superficie de la herramienta.

En un undécimo ejemplo de esta invención, se proporciona un procedimiento de unión de secciones compuestas para producir un larguero de ala continuo, que comprende:

la formación de una primera sección de larguero compuesta curada;

la formación de una segunda sección de larguero compuesta curada;

- 20 la sujeción de la primera y segunda secciones de larguero en una relación de extremo a extremo alineada;

la colocación de un elemento de empalme compuesto sin curar a través de una junta entre los extremos de las secciones de larguero alineadas;

la colocación de los extremos de las secciones de larguero alineadas y el elemento de empalme en una prensa;

la aplicación de una bolsa de vacío sobre el elemento de empalme;

- 25 el cierre de la prensa;

la aplicación de vacío a la bolsa de vacío;

la aplicación de presión al elemento de empalme usando una cámara de presión para forzar el elemento de empalme contra una herramienta;

el calentamiento de la herramienta y el elemento de empalme para curar el elemento de empalme;

- 30 la apertura de la prensa después de que el elemento de empalme se haya curado; y,

la extracción del larguero de ala continuo de la prensa.

En un duodécimo ejemplo de esta invención, se proporciona un procedimiento de unión de secciones compuestas para producir un larguerillo compuesto continuo, que comprende:

la formación de una primera sección de larguerillo compuesta curada;

- 35 la formación de una segunda sección de larguerillo compuesta curada;

la sujeción de la primera y segunda secciones de larguerillo en una relación de extremo a extremo alineada;

la colocación de un elemento de empalme compuesto sin curar a través de una junta entre los extremos de las secciones de larguerillo alineadas;

la colocación de los extremos de las secciones de larguerillo alineadas y el elemento de empalme en una prensa;

- 40 la aplicación de una bolsa de vacío sobre el elemento de empalme;

el cierre de la prensa;

la aplicación de vacío a la bolsa de vacío;

la aplicación de presión al elemento de empalme usando una cámara de presión para forzar el elemento de empalme contra una herramienta;

5 el calentamiento de la herramienta y el elemento de empalme para curar el elemento de empalme;

la apertura de la prensa después de que el elemento de empalme se haya curado; y,

la extracción del larguero compuesto continuo de la prensa.

En un decimotercer ejemplo de la presente invención, se proporciona un aparato para el empalme de las secciones de marco compuestas para formar un marco compuesto continuo, que comprende:

10 una torre de herramienta;

una herramienta;

medios para montar de forma desmontable la herramienta en la torre de la herramienta;

un sistema modular de calentamiento y de enfriamiento en la torre de herramienta para la calefacción y el enfriamiento de la herramienta;

15 una torre de presión;

una cámara de presión en la torre de presión;

medios para presurizar la cámara de presión para aplicar presión a una junta de empalme entre los extremos de las secciones del marco;

20 medios para el montaje de la torre de la herramienta y la torre de presión para el movimiento hacia y lejos el uno del otro;

un sistema de bloqueo para el bloqueo de la torre de la herramienta y la torre de presión durante una operación de empalme; y,

plantillas para el soporte de las secciones del marco en una relación de extremo a extremo alineada y para la sujeción de la junta de empalme entre la herramienta y la cámara de presión.

25 Los modos de realización descritos satisfacen la necesidad de un procedimiento y un aparato para formar una unión estructural entre dos secciones compuestas que elimina la necesidad de placas de empalme de metal y no requiere curar la junta unida con un autoclave.

Breve descripción de los dibujos

30 La fig. 1 es un diagrama de bloques amplio de aparatos para unir secciones compuestas para formar un elemento estructural continuo.

La fig. 2 es una vista en alzado de la junta de empalme entre dos secciones compuestas que se muestran en la fig. 1.

La fig. 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 3-3 en la fig. 2.

La fig. 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 4-4 en la fig. 2.

35 Las figs. 5-9 son vistas en sección transversal que ilustran las formas de otros tipos de elementos estructurales.

La fig. 10 es una vista en sección transversal tomada en el área designada como "B" en la fig. 3.

La fig. 1 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra un procedimiento para la unión estructural de secciones compuestas.

40 La fig. 12 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de control utilizado en el aparato para la unión estructural de secciones compuestas.

La fig. 13 es un diagrama de bloques funcional de un aparato para la unión estructural de secciones compuestas.

La fig. 14 es un diagrama de bloques de una máquina de unión en una posición abierta.

- La fig. 15 es una vista en perspectiva de las máquinas de unión mostradas en la fig. 14.
- La fig. 16 es otro diagrama de bloques de la máquina de unión, que se muestra en una posición cerrada.
- La fig. 17 es un diagrama de bloques de una cámara de presión.
- 5 La fig. 18 es un diagrama de bloques que ilustra la instalación de una bolsa de vacío y un elemento de empalme de la máquina de unión.
- La fig. 19 es un diagrama de bloques que muestra un par de placas de sujeción que se utilizan para sujetar las secciones compuestas durante el proceso de curado.
- La fig. 20 es una vista esquemática y de bloques que ilustra sistemas de calefacción utilizados para calentar el mandril y la cámara.
- 10 La fig. 21 es un diagrama de bloques que ilustra componentes de los sistemas de control que forman parte de la máquina de unión.
- La fig. 22 es una ilustración esquemática de una forma alternativa de la torre de la herramienta, que muestra un sistema de calefacción/refrigeración modular.
- 15 La fig. 23 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes adicionales del sistema modular de calefacción y refrigeración que se muestra en la fig. 22.
- La fig. 24 es un diagrama de bloques que ilustra las conexiones entre un conjunto de mandril y el calentamiento modular y sistema de refrigeración.
- La fig. 25 es un diagrama de bloques de una válvula de desviación que forma parte del sistema de calefacción y refrigeración modular, en el que la válvula se ha cambiado a un modo de calentamiento.
- 20 La fig. 26 es un diagrama de bloques similar a la fig. 25, pero que muestra la válvula que se ha cambiado a un modo de refrigeración.
- La fig. 27 es un diagrama de bloques que ilustra componentes del conjunto del mandril.
- La fig. 28 es otro diagrama de bloques que ilustra componentes adicionales del conjunto del mandril.
- 25 La fig. 29 es un diagrama de bloques que ilustra detalles del mandril útiles en la indexación de las secciones de larguero.
- La fig. 30 es un diagrama de bloques que ilustra componentes del soporte del mandril.
- La fig. 31 es un diagrama de bloques que ilustra la relación entre los componentes del conjunto del mandril y la base del mandril.
- La fig. 32 es un diagrama de bloques de un conjunto de cubierta y una cámara.
- 30 La fig. 33 es un diagrama de bloques que muestra una cámara desmontable y un marco.
- La fig. 34 es un diagrama de bloques de una cámara de presión doble.
- La fig. 35 es un diagrama de bloques que ilustra la cámara de presión para aplicar presión a las secciones compuestas.
- 35 La fig. 36 es un diagrama de bloques que ilustra una forma alternativa de un marco útil en la sujeción de secciones compuestas en su lugar durante el curado.
- La fig. 37 es un diagrama de bloques que ilustra un carro portátil de cubierta de presión en relación con la plataforma de la herramienta.
- La fig. 38 es un diagrama de bloques que ilustra la plataforma de la herramienta en una posición retraída.
- 40 La fig. 39 es una vista similar a la fig. 38, pero que muestra la plataforma de la herramienta trasladada a una posición delantera y el conjunto de mandril desconectado del sistema de calefacción/refrigeración en preparación para la extracción de la portadora de mandril.
- La fig. 40 es un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio.
- La fig. 41 es un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

La fig. 1 ilustra una típica célula de producción 208 que puede utilizarse para unir secciones compuestas alargadas, tales como las secciones compuestas 104a, 104b, 104c para formar un elemento estructural continuo 104, tal como, sin limitación, un larguero, un larguero o un marco. Por lo menos una primera sección compuesta 104(a) y una segunda sección compuesta 104(b) están unidas en una relación de extremo a extremo utilizando una unión estructural que forma un empalme de unión 110. Las secciones compuestas 104-104c pueden estar soportadas por una pluralidad de plantillas de montaje de unión alineadas 184. Las plantillas de montaje de unión 184 soportan las secciones compuestas 104a-104c en una relación alineada al tiempo que permite que este último sea arrastrado a lo largo de sus ejes longitudinales 265 en las máquinas de unión 186, respectivamente ubicadas en las estaciones de unión 210, 212. Las estaciones de unión 210, 212 están situadas a lo largo de la longitud del elemento estructural 104, donde las juntas de empalme 110 se van a unir.

Haciendo referencia a las figs. 2-4, de acuerdo con los ejemplos divulgados, el elemento estructural 104 puede estar formado mediante la unión de varias secciones compuestas, tales como las secciones compuestas 104a, 104b y 104c, en una relación de extremo a extremo utilizando las juntas de empalme 110. La fig. 3 ilustra una vista superior de uno de los elementos estructurales específicos 104, en la que la primera y segunda secciones compuestas 104a, 104b, respectivamente, se unen entre sí en una junta de empalme 110 que forma una "curva" o ángulo designado como "A". Cada una de las secciones compuestas 104a-104c puede comprender un estratificado de material compuesto curado que tenga cualquiera de las diversas geometrías de sección transversal, sin embargo, como se describirá a continuación, las secciones compuestas 104a-104c elegidas para ilustrar los ejemplos tienen una sección transversal en forma de C como se muestra en la fig. 4.

Cabe señalar aquí que, si bien un elemento estructural particular 104 se ha ilustrado en las figuras, los ejemplos descritos se pueden emplear para formar una amplia variedad de elementos estructurales alargados mediante la unión de secciones compuestas utilizando juntas de empalme compuestas 110. Por ejemplo, y sin limitación, los ejemplos descritos pueden ser utilizados para empalmar las secciones compuestas, especialmente las secciones alargadas para formar vigas de suelo compuestas, marcos, largueros, por nombrar sólo unos pocos. Por otra parte, los elementos estructurales pueden tener una amplia variedad de formas de sección transversal, incluyendo, sin limitación, la forma de Z que se muestra en la fig. 5, una forma de T que se muestra en la fig. 6, una forma de J que se muestra en la fig. 7, una forma de sombrero que se muestra en la fig. 8 o una forma de I que se muestra en la fig. 9.

En referencia ahora a las figuras 2 y 3, las secciones compuestas adyacentes primera y segunda 104a, 104b pueden unirse entre sí utilizando un elemento de empalme compuesto 112 que, como se muestra mejor en la fig. 4, tiene una sección transversal generalmente en forma de C que corresponde a la de las secciones compuestas 104a, 104b. El elemento de empalme 112 incluye bridas superior e inferior 112a, 112b conectadas por una red 112c. Aunque el elemento de empalme se muestra como una construcción de una sola pieza en el ejemplo ilustrado, el elemento de empalme 112 puede comprender dos o más secciones o piezas en algunas aplicaciones. Dado que las secciones compuestas 104a, 104b forman un ligero ángulo "A" (fig. 3), el elemento de empalme 112 incluye dos secciones adyacentes 114, como se muestra en la fig. 2 que forman un ángulo que es sustancialmente igual al ángulo "A". Como se ve mejor en la figura 9, el elemento de empalme 112 forma una junta de tipo biselada superpuesta 110 con las secciones compuestas adyacentes 104a, 104b. Hay que señalar aquí, sin embargo, que aunque se muestra una junta biselada, se pueden emplear otros tipos de juntas para formar la junta de empalme 112, incluyendo entre otros juntas de solape, juntas de paso de vuelta, juntas de empalme tableadas, etc.

En referencia ahora a la fig. 10, las secciones compuestas 104a, 104b pueden comprender cada una múltiples capas laminadas (no se muestran) de una resina de polímeros reforzada con fibra, tal como epoxi de fibra de carbono, donde los bordes exteriores 117 incluyen cortados en capas (no se muestran) que forman una geometría cónica o de rampa. Del mismo modo, el elemento de empalme 112 se puede formar a partir de múltiples capas (no mostradas) de una resina de polímeros reforzada con fibra que se pueden alinear respectivamente con las capas de la sección compuesta 104a, 104b. El elemento de empalme 112 tiene una sección transversal sustancialmente en forma de V que define superficies inclinadas o en rampa 116 que se superponen y están unidas a los bordes rebajados correspondientes 117 en los extremos adyacentes exteriores de las secciones compuestas 104a, 104b para formar la junta de empalme 110. Como se señaló anteriormente, a pesar de que se ha ilustrado una junta de empalme 110, otras configuraciones de empalme pueden ser posibles, dependiendo de la aplicación.

La atención se dirige ahora a la fig. 11, que ilustra en general las etapas de un procedimiento para la unión estructural de las secciones compuestas 104a-104c. Comenzando en la etapa 126, las secciones compuestas 104a-104c se colocan en una herramienta adecuada (no se muestra) y luego se curan individualmente en la etapa 128, utilizando calor y presión, típicamente dentro de un autoclave (no mostrada). A continuación, en 130, una máquina de unión 186 (fig. 1) se abre en preparación para recibir los extremos de dos secciones compuestas adyacentes, tales como la primera y segunda secciones compuestas 104a, 104b.

En 132, la primera y segunda secciones compuestas 104a, 104b se cargan plantillas de montaje de unión 184 (BAJ) (ver fig. 1) y alineadas entre sí. A continuación, en 134, los extremos de las secciones compuestas 104a, 104b se introducen en la máquina de unión 186. Después de que el elemento de empalme 112 se haya colocado y formado

sobre una herramienta (no mostrada) en la etapa 124, el elemento de empalme 112 se alinea y se instala en las secciones compuestas 104a, 104b en el empalme de unión 110, como se muestra en la etapa 138.

En 140, una bolsa de vacío se instala sobre la zona de empalme que incluye el elemento de empalme 112, después de lo cual, en 142, la máquina de unión 186 se puede cerrar. El elemento de empalme en crudo (sin curar) 112 se une a continuación a los extremos de las secciones compuestas 104a, 104b por una serie de etapas que se muestran en 144. A partir de 146, se hace el vacío en la bolsa de vacío con el fin de consolidar parcialmente las capas de la capa del elemento de empalme 112. A continuación, en 148, una cámara de presión en forma de bolsa (descrita más adelante) se somete a presión y presiona el elemento de empalme 112 y las secciones compuestas 104a, 104b contra un mandril 194 (fig. 13) contribuyendo a la consolidación de las capas de la capa del elemento de empalme 112.

En este punto, un ciclo de calentamiento se inicia en 150 donde las secciones compuestas 104a, 104b y el elemento de empalme 112 se calientan localmente con el fin de curar el elemento de empalme en crudo 112 y de ese modo unirlo a las secciones compuestas 104a, 104b para formar una junta de empalme 110. Por último, en 152, el elemento de empalme 112 se enfría, después de lo cual la máquina de unión 186 se puede abrir en 154. En 156, la bolsa de vacío se retira después de lo cual se recorta el elemento de empalme 112, según sea necesario, como se muestra en la etapa 158. Las juntas de empalme unidas resultantes 110 se pueden inspeccionar de forma no destructiva (NDI) en la etapa 160, después de lo cual el elemento estructural 104 puede ser retirado de las plantillas de montaje de unión 184. Dependiendo de la aplicación, el elemento estructural completado 104 puede ser pintado y sellado en la etapa 164. Cabe señalar aquí que las etapas 158 a 164 pueden llevarse a cabo en cualquier orden deseado.

En los ejemplos de procedimiento descritos anteriormente en relación con la fig. 11, las secciones compuestas 104(a), 104(b) se curan antes de que el elemento de empalme sin curar 112 se aplique a la junta de empalme 110. En otros ejemplos sin embargo, es posible que solo porciones de las secciones compuestas 104(a), 104(b) se curen antes de que el elemento de empalme sin curar 112 se aplique a la junta de empalme 110. Por ejemplo, como se muestra en la figura 2, las porciones 115 de las secciones compuestas 104(a), 104(b) que atraviesan el elemento de empalme 112 puede estar no curadas o parcialmente curadas ("por etapas") en el momento en el que el elemento de empalme 112 se aplica a la junta 110, mientras que las áreas restantes de las secciones compuestas 104(a), 104(b) están en un estado curado. En este ejemplo alternativo, las porciones no curadas 115 de las secciones compuestas 104(a), 104(b) se pueden curar conjuntamente con el elemento de empalme sin curar 112.

La fig. 12 ilustra ampliamente componentes de un sistema de control para la máquina de unión 186. Un controlador 166, que puede comprender un controlador lógico programable (PLC) o un ordenador personal (PC), puede utilizar varios programas de software 178 para realizar automáticamente las funciones de control de una manera preprogramada. Los controles y pantallas del operador 180 permiten el acceso del operador a los programas de software 178 y forman una interfaz con el controlador 166 para permitir el ajuste de la configuración y la visualización de la información del proceso. En algunos casos, el controlador 166 puede estar acoplado a las plantillas de montaje de unión 184 (fig. 1) para detectar o controlar la posición de las secciones compuestas largas 104a, 104b entre sí.

El controlador 166 puede controlar varios componentes y sistemas en la máquina de unión 186, incluyendo los sistemas de calefacción/refrigeración 192, 196, la presurización de la cámara 174 y una bolsa de vacío 176. La máquina de unión 186 puede incluir una variedad de sensores que se describen más adelante 182 que proporcionan señales al controlador 166, tales como temperaturas y presiones.

La fig. 13 es un diagrama de bloques funcional de la máquina de unión 186, que comprende en términos generales una primera plataforma de herramienta 188 y una segunda plataforma de presión 190. Las plataformas 188, 190 se pueden montar para el deslizamiento o movimiento por guías 204 en una base común 202 para el movimiento horizontal lineal hacia y desde el uno del otro. Como se describirá más adelante, las plataformas 188, 190 se pueden mover desde una posición abierta mostrada en la fig. 13 a una posición cerrada (fig. 16 y 21) donde el calor y la presión se aplican localmente a la zona de empalme que comprende el elemento de empalme 112 y los extremos de las secciones compuestas montadas 104a, 104b mientras se soportan por las plantillas de montaje de unión 184. Este calor y presión aplicados localmente unen estructuralmente el elemento de empalme 112 a las secciones compuestas 104a, 104b para crear la junta de empalme unida 110. Las plataformas 188, 190 se pueden extraer y bloquear en su posición cerrada usando retiradas y cierres 206. La plataforma de herramienta 188 puede incluir sensores 182, un sistema de calefacción/refrigeración 192 y un mandril 194. Del mismo modo, la plataforma de presión 190 puede incluir sensores 182, un sistema de calefacción/refrigeración 196, una cámara de presión 198 y bombas 200 utilizados para crear un vacío de la bolsa y presurizar la cámara 198.

La atención se dirige ahora a las fig. 13 a 15, que ilustran detalles adicionales de la máquina de unión 186. La máquina de unión 186 incluye en general una torre de herramienta 235 y una torre de presión 245 entre las que el elemento de empalme montado 112 y las secciones compuestas 104a, 104b se pueden unir estructuralmente para formar una junta de empalme unida 110. La torre de herramienta 235 incluye una plataforma de herramienta 188 montada para el movimiento horizontal lineal sobre una base 202 por cualquier medio adecuado. En el ejemplo ilustrado, la plataforma 188 incluye patas 204 guiadas por pistas 220. Una herramienta, que puede comprender un mandril 194, está montada sobre una base de mandril 215 que a su vez está fijada a una placa de platina 214. La

placa de platina 214 se sujeta en la plataforma de herramienta 188. La base de mandril 215 es liberable de la placa de platina 214 por medio de una serie de palancas de bloqueo 225 para permitir que el mandril 194 se extraiga y/o sustituya fácilmente.

5 La torre de presión 245 incluye una plataforma de presión 190 que también tiene patas 204 que acoplan las pistas 220. Una cámara de presión inflable 198 se sujeta en un marco 199 que está fijado a una cubierta 224. La cubierta 224, a su vez, está sujeta a una placa de platina 222 montada en la plataforma de presión 190. Los sistemas de calefacción/refrigeración 192, 196 están montados, respectivamente, sobre las plataformas de desplazamiento 188, 190 para el calentamiento y enfriamiento del mandril 194, y el área que rodea la cámara de presión 198. Cubiertas exteriores 226, 228 se pueden emplear para envolver de manera protectora componentes en las torres de la herramienta y de presión 235, 245 respectivamente. Un motor eléctrico o de otro tipo (no mostrado) puede ser utilizado para alimentar las plataformas 188, 190 para desplazarse a lo largo de la pista 220 entre una posición abierta de carga/descarga de piezas como se muestra en las fig. 13 y 14, a una posición de curado de piezas cerrada como se muestra en la fig. 16. Una barra de tracción 221 (fig. 14) se puede conectar entre las torres 235, 245 y emplearse para dibujar las plataformas 188, 190 en una posición cerrada final. Los brazos de bloqueo 218 se pueden usar para bloquear las plataformas 188, 190 en su posición cerrada.

Con referencia en particular a la fig. 17, la cámara de presión 198 puede tener una sección transversal que tiene sustancialmente forma de C, similar a la forma del mandril 194. La cámara 198 puede estar formada de cualquier material adecuado capaz de soportar temperaturas y presiones para la aplicación particular, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, caucho de silicona. Un accesorio de fluido 232 permite que el fluido a presión, que puede ser un gas o un líquido, entre y salga de la cámara 198.

La atención se dirige ahora a las figs. 17 que ilustran etapas para preparar y cerrar la máquina de unión 186 en preparación para una operación de unión. El elemento de empalme 112 se aplica primero sobre la junta 110 entre las secciones compuestas 104a, 104b que se sujetan en un espacio definido de ingeniería por las plantillas de montaje de unión previamente descritas 184. A continuación, con la máquina de unión 186 aún abierta, una bolsa de vacío 234 se puede aplicar sobre el elemento de empalme 112. Tanto el elemento de empalme 112 como la bolsa de vacío 234 se extienden todo el espesor de las secciones compuestas 104a, 104b que pueden incluir acumulaciones de capas (no mostradas) en cada lado de la junta 110. Con el elemento de empalme 112 y la bolsa de vacío 234 instalados, la máquina de unión 186 se cierra al mover las plataformas 188, 190 una hacia la otra. Como se mencionó anteriormente, una barra de tracción 221 (fig. 14) se puede emplear si fuera necesario para tirar de las plataformas 188, 190 hasta que los brazos de bloqueo 218 (fig. 15) se puedan girar para bloquear la posición del mandril 194 con relación a la cubierta de la cámara de presión 224.

En referencia ahora a la fig. 19, durante el proceso de curado en el que se calientan localmente las secciones compuestas 104a, 104b, las secciones compuestas 104a, 104b pueden experimentar movimiento a lo largo de sus ejes longitudinales 265. Con el fin de lograr los requisitos de montaje final, este movimiento puede reducirse sustancialmente mediante la sujeción de las secciones compuestas 104a, 104b utilizando un par de placas de sujeción 236 que abarcan la junta de empalme 110 y sujetan los extremos adyacentes de las secciones compuestas 104a, 104b. Las placas de sujeción 236 se pueden fijar a las secciones abrasivas de exceso de borde (no mostradas) en las partes superior e inferior de las secciones compuestas 104a, 104b sobre la junta de empalme 110 y conectar de forma rígida las secciones compuestas 104a, 104b.

40 La atención se dirige ahora a la fig. 20, que ilustra más detalles de los sistemas de calefacción/refrigeración 192, 196 (fig. 14) que se utilizan para calentar la zona de la junta de empalme 110 a una temperatura suficiente para dar como resultado el curado del elemento de empalme 112, y luego enfriar el elemento de empalme 112 después del curado. En el lado de la torre de herramienta 235, un elemento de calentamiento 216 calienta un medio que se suministra a través de un conducto de suministro 238 a un colector 240 que encamina el medio calentado a los conductos de distribución 242. Los conductos de distribución 242 suministran el medio calentado a las boquillas 244, que dirigen el medio calentado sobre la superficie interior del mandril 194 que es hueco en un lado del mismo. Tal como se usa en este documento, "medio" y "medio calentado" pretenden incluir una variedad de medios fluidos, incluyendo, sin limitación, el aire y otros gases, así como los fluidos, incluido el aceite. Otras formas de calentamiento, tales como, sin limitación, el calentamiento por inducción, también pueden ser posibles.

50 En el lado de la torre de presión 245, el elemento de calentamiento 230 calienta un medio que se suministra a través de un conducto de suministro 246 a un colector 248 que encamina el medio caliente a los conductos de distribución 250. Los conductos de distribución 250 suministran el medio caliente a las boquillas 252 que dirigen el medio a la zona que rodea la cámara de presión 198 y la línea de molde exterior (OML) del elemento de empalme 112.

55 La fig. 21 ilustra componentes adicionales de los sistemas de calefacción/refrigeración 192, 196, así como otros sistemas, tales como un control de la bolsa de vacío 274 y el control de presión de la cámara 282. Un medio ambiente se aspira a través del elemento de calentamiento 216 y se distribuye por el colector 240 a las boquillas 244 para calentar el mandril 194. El elemento de calentamiento 216 se controla por un control de calor 272, basado en parte en los datos recibidos de un sensor de presión de bolsa de vacío 295, un sensor de temperatura del medio calentador de mandril 277, un sensor de temperatura de desfase de mandril 262 y una temperatura de control de mandril 264. El vacío dentro de la bolsa de vacío 234 (fig. 18) se controla por un control de la bolsa de vacío 274.

En el lado de la torre de presión 245, un medio ambiente se extrae a través del elemento de calentamiento 230 al colector del medio caliente 248 que distribuye el medio caliente a las boquillas 244. La presión aplicada a la cámara de presión 198 se controla por un control de presión 282 que incluye un sensor de presión 297 que proporciona datos de presión al control de calor 276. El medio que fluye a través del calentador 230 puede además ser controlado por el control 276 sobre la base de los datos generados por un sensor de temperatura de control de presión 266 y un sensor de temperatura del calentador de presión 301.

La atención se dirige ahora a la fig. 22 que ilustra un ejemplo alternativo de la torre de herramienta 235. En este ejemplo, un sistema modular de calefacción/refrigeración autónomo 284 está soportado por los carriles (no mostrados) en una plataforma de desplazamiento 288. La plataforma 288 se puede desplazar linealmente en una base portátil 290. El mandril 194 está sujeto a una base de mandril 342 que está soportado de forma desmontable en un soporte de mandril 286. El soporte de mandril 286 está montado de forma desmontable sobre soportes 357 situados en la parte superior de la plataforma 288. Por lo tanto, el soporte de mandril 286 se puede retirar fácilmente de la plataforma 288, y el mandril 194 junto con la base de mandril 342 se puede retirar del soporte de mandril 286. El sistema de calefacción/refrigeración 284 incluye conductos de suministro y retorno del medio descrito más adelante (no se muestra en la fig. 22) que están acoplados de forma extraíble al mandril 194 por conexiones extraíbles 327.

Detalles adicionales del sistema de calefacción/refrigeración 284 se muestran en las figs. 22 a 25. El motor de accionamiento del soplador 325 acciona un soplador 294 que mueve el medio a través de un elemento de calentamiento 216, y luego a través de un conducto 296 a un par de conductos de suministro de medio caliente 314, 316. Los conductos de suministro de medio caliente 314, 316 están acoplados, respectivamente, a conexiones de entrada 326, 328 (fig. 25) que pasan a través de la parte posterior de la base de mandril 342. El medio caliente suministrado a través de las conexiones de entrada 326, 328 se puede suministrar a un conjunto de cámara de sobrepresión de boquilla 300 (fig. 24) que se explicará más adelante con más detalle a continuación. El medio que regresa del conjunto de cámara de sobrepresión de boquilla 300 pasa a través de una conexión de entrada del medio de retorno 330 y se suministra a través de un conducto de retorno 318 a una válvula de derivación 322.

La fig. 24 ilustra detalles adicionales del conjunto de cámara de sobrepresión de boquilla 300. El conjunto de cámara de sobrepresión de boquilla 300 está fijado a la parte posterior del mandril 194. Un marco de cámara de sobrepresión 334, a la que están unidas las boquillas perforadas en forma de caja 338. Las boquillas perforadas 338 se extienden en compartimentos o zonas 339 en el mandril 194 que se definen por las paredes de partición parcial 194a. Cada una de las boquillas 338 está fijada con elementos de sujeción (no mostrados) al marco de cámara de sobrepresión 334. Las conexiones de entrada del medio 326, 328 están sujetas a una placa 331 que está fijada al marco de cámara de sobrepresión 334. La conexión del medio de retorno 330 está montada en una placa 336 que puede incluir aberturas (no se muestran) a través de las cuales se extienden las conexiones 326, 328. El medio de entrada a las conexiones de entrada 326, 328 pasa a través de las boquillas 338 que suministran el medio de manera sustancialmente uniforme sobre la superficie interior del mandril 94. El medio de retorno pasa a través de la conexión 330 y 327 de vuelta a la válvula de derivación 322 (fig. 23).

Haciendo referencia a las figs. 25 a 26, la válvula de derivación 322 incluye un par de elementos de válvula de bisagra 378, 380 controlados, respectivamente, por los brazos 374 y 376. Una entrada de medio frío 372 puede ser abierta selectivamente para permitir que el medio frío fluya al interior de la válvula 322. En el ejemplo mostrado en la fig. 26, la válvula 380 está cerrada y la válvula 378 está abierta para permitir que el medio de retorno recibido a través de la entrada 324 salga a través de la salida 370 y de ese modo recircule durante un ciclo de calentamiento. El elemento de válvula 380 cierra la entrada del medio frío 372 durante el ciclo de calentamiento.

La fig. 26 ilustra el estado de la válvula de derivación 322 cuando el medio frío se suministra al mandril 194 durante un ciclo de enfriamiento. La válvula 378 se mueve a una segunda posición cerrada que desvía el medio de retorno recibido a través de la entrada 324 a través de una ventilación de medio 375. El elemento de válvula 380 también se ha movido a su posición abierta, permitiendo que el medio frío entre a través de la entrada 372 y pase a través de la salida 370 para su suministro al mandril 194.

La atención se dirige ahora a las fig. 26 a 30 que ilustran mejor los detalles del mandril 194 y el montaje de la base del mandril 342 en el soporte de mandril 286. Los pasadores 351 (fig. 30) del soporte de mandril 286 son recibidos dentro de las tomas 348 (fig. 27 y 28) sujetas a las abrazaderas 346 fijadas a la base del mandril 342. Un pasador de limitación de posición 363 en el lado posterior de la base del mandril 342 proporciona un tercer punto de contacto entre la base del mandril 342 y el soporte de mandril 286. El pasador de posicionamiento 363 se acopla a un tope 367 (fig. 30) en el soporte de mandril 286. Las conexiones de junta esférica formadas entre las tomas 348 y los pasadores 351 permiten que el mandril 194 y la base del mandril 342 se expandan a lo largo de los ejes Y y Z que se muestran en la fig. 30, mientras que el pasador de limitación 363 frena tal movimiento a lo largo del eje X. La base de mandril 342 está diseñada para minimizar la deflexión y reaccionar la fuerza del sistema de presión a través del mandril 194. Como se muestra en la fig. 29, el mandril 194 puede incluir abrazaderas de extremo 352 cada una provista de un pasador de retención 350. Los pasadores de retención 350 se reciben dentro de las aberturas (no mostradas) en las secciones compuestas 104a, 104b con el fin de mantener las secciones compuestas 104a, 104b en un registro alineado durante el proceso de unión.

Haciendo referencia a la fig. 31, el mandril 194 está fijado a la base del mandril 342 mediante elementos de sujeción (no se muestran). Una lámina de aislamiento 358 junto con barreras térmicas espaciadas 364 se intercalan entre el mandril 194 y la base del mandril 342 con el fin de aislar el mandril 194 de la base del mandril 342.

5 La fig. 31 ilustra el uso del aislamiento 366 que rodea la cámara 198 que funciona para ayudar en la retención de calor en la zona de la junta de empalme 110 (fig. 10) durante el proceso de curado. En este ejemplo, el calor necesario para el curado del elemento de empalme 112 (fig. 10) se puede proporcionar sólo desde el lado de la herramienta (torre de herramienta 235 en la fig. 15) utilizando el sistema de calefacción 284 descrito previamente en relación con la fig. 23. En algunas aplicaciones, puede ser necesario o recomendable colocar un elemento calentador opcional (no mostrado) entre la cámara 198 y el aislamiento que rodea 366.

10 En referencia ahora a la fig. 33, un conjunto de cámara extraíble 382 incluye una cámara inflable 198. Los bordes de la cámara 198 se pueden fijar a un marco semirrígido 199 que puede estar formado de un material semi-flexible. El marco de la cámara 199 se sujeta de manera extraíble en la cubierta de la cámara 224 por una serie de retenes 386 que sujetan el marco 199 en una relación de ajuste a presión, permitiendo que el conjunto de la cámara 382 se pueda quitar y/o sustituir fácilmente.

15 La cámara 198 puede ser una única cámara, o puede comprender una cámara redundante doble del tipo mostrado en las fig. 33 y 34. Los retenes del marco de la cámara 386 se sujetan a la cubierta de la cámara 224 y pueden tener una sección transversal sustancialmente circular. El marco de la cámara 199 puede estar formado de un material semirrígido, como silicona reforzada, y puede incluir una ranura circular (no mostrada) a lo largo de su periferia, que recibe el dispositivo de retención 386 en una relación de ajuste a presión. Una segunda cámara inflable interior 398 se puede colocar dentro de la primera cámara exterior 198 para redundancia en caso de que la primera cámara 198 desarrolle una fuga. La fig. 35 ilustra el uso del aislamiento 366 para retener el calor que se genera a través del mandril 194 donde se proporciona calefacción sólo en el lado de la herramienta de la máquina de unión 186.

25 La atención se dirige ahora a la fig. 36 que ilustra un ejemplo alternativo de un marco de cámara 199 que puede eliminar la necesidad de usar las placas de sujeción 236 descritas anteriormente en relación con la fig. 19. Una cámara de presión 198 está unida a un marco de cámara 199 soportado sobre la cubierta 224 junto con el aislamiento 366. La cámara 198 se apoya contra una sección compuesta 104a que es capturada entre la cámara 198 y el mandril 194. El marco 199 tiene una brida rígida 355 que incluye una porción 394 que recubre y se apoya contra la sección compuesta 104a. La brida 355 puede ayudar en el embolsado y puede aplicar la fuerza suficiente contra la sección compuesta 104a para sujetar la sección compuesta 104a contra el movimiento, lo que elimina la necesidad de usar las placas de sujeción 236.

30 La atención se dirige ahora a la fig. 37 que ilustra el uso de un carro de cubierta 388 para posicionar la cubierta 224 en relación con el mandril 194. El carro de cubierta 388 se coloca manualmente en el área de trabajo. Después de ser elevado a una altura de trabajo, se mueve hacia el mandril 194. El carro 388 incluye una base portátil 390 montada sobre rodillos (no mostrados) y un mecanismo de elevación 388 accionado por un pistón de accionamiento 391. El mecanismo de elevación 388 se puede usar para levantar la cubierta 224 a la altura deseada, mientras que la base portátil 390 puede ser utilizada para mover la cubierta 224 a la posición mostrada en la fig. 37 en la preparación para una operación de unión. El mecanismo de elevación 388 puede ser apto para permitir el ajuste preciso de la posición de la cubierta sin impartir carga en las secciones compuestas 104a, 104b o el mandril 194. Los dispositivos de localización 392a, 392b de la cubierta 224 y la plataforma 288 para asegurar que la cubierta 224 y el mandril 194 puedan estar en una relación alineada entre sí cuando la cubierta se haya movido a su posición cerrada.

35 Las figs. 38 y 39 ilustran la naturaleza modular del conjunto del mandril y el sistema de calefacción 284. Como se muestra en la fig. 38, la plataforma 288 está en una posición retraída, y el mandril 194 está acoplado al sistema de calefacción 284. Con el fin de eliminar y/o sustituir el mandril 194, la plataforma 288 se mueve a su posición delantera en la base 290 como se muestra en la fig. 39. A continuación, el sistema de calefacción 284 se puede desconectar del mandril 194 utilizando las conexiones extraíbles 327.

40 Los modos de realización de la divulgación pueden encontrar uso en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en el sector del transporte, incluyendo, por ejemplo, aplicaciones marinas, aeroespaciales y de automoción. En referencia ahora a las fig. 40 y 41, los modos de realización de la divulgación se pueden utilizar en el contexto de un procedimiento de fabricación y mantenimiento de aeronaves 400, como se muestra en la figura 40 y una aeronave 402, como se muestra en la figura 41. Durante la pre-producción, el procedimiento de ejemplo 400 puede incluir la especificación y diseño 404 de la aeronave 402 y el suministro de material 406. Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación de componentes y subconjuntos 408 y la integración del sistema 410 de la aeronave 402. A partir de ese momento, la aeronave 402 puede someterse a la certificación y suministro 412 con el fin de ser puesta en servicio 414. Mientras que esté en servicio por un cliente, la aeronave 212 está programada para el mantenimiento y el servicio rutinarios 416 (que también pueden incluir la modificación, reconfiguración, renovación, etc.).

Cada uno de los procesos del procedimiento 400 se puede realizar o llevar a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede

incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y distribuidores; y un operador puede ser una línea aérea, compañía de arrendamiento, entidad militar, organización de servicios, etc.

- 5 Como se muestra en la fig. 41, la aeronave 402 producida por el procedimiento de ejemplo 400 puede incluir un fuselaje 418 con una pluralidad de sistemas 420 y un interior 422. Ejemplos de sistemas de alto nivel 420 incluyen uno o varios de entre un sistema de propulsión 424, un sistema eléctrico 426, un sistema hidráulico 428 y un sistema ambiental 430. Cualquier número de otros sistemas pueden ser incluidos. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación se pueden aplicar a otros sectores, tales como el del automóvil y la marina.
- 10 Los sistemas y procedimientos incorporados en este documento pueden ser empleados durante cualquiera de las fases del procedimiento de producción y servicio 400. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 408 se pueden fabricar o manufacturar de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 402 está en servicio. Además, uno o varios modos de realización de aparatos, procedimientos o una combinación de los mismos se pueden utilizar durante las fases de
- 15 producción 408 y 410, por ejemplo, mediante la aceleración sustancial de montaje o la reducción del coste de una aeronave 402. Del mismo modo, uno o varios modos de realización de aparatos, procedimientos o una combinación de los mismos se pueden utilizar mientras la aeronave 402 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el servicio y mantenimiento 416.
- 20 Aunque los modos de realización de esta divulgación se han descrito con respecto a ciertos modos de realización de ejemplo, debe entenderse que los modos de realización específicos son para fines de ilustración y no de limitación, ya que a los expertos en la técnica se les ocurrirán otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para unir secciones compuestas alargadas de un elemento estructural compuesto, que comprende:
- 5 una máquina de unión (186) que comprende una prensa para la unión de un elemento de empalme compuesto no curado a una junta entre extremos adyacentes de dos secciones compuestas;
- plantillas (184) en lados opuestos de la máquina de unión para el soporte de las secciones compuestas en una relación de extremo a extremo;
- y en el que la prensa está dispuesta para aplicar localmente calor y presión para unir la junta; en el que la prensa comprende:
- 10 una primera plataforma (188) y una segunda plataforma (190) relativamente móviles entre una posición abierta y una posición cerrada;
- y en el que la máquina de unión comprende además:
- una herramienta (194) contra la que puede presionarse una pieza, estando la herramienta soportada por la primera plataforma;
- 15 al menos una primera cámara (198) adaptada para ser presurizada y soportada por la segunda plataforma (190) para presionar la pieza contra la herramienta;
- medios para calentar la herramienta (192); y una bolsa de vacío adaptada para colocarse sobre el elemento de empalme y evacuada para aplicar presión al elemento de empalme.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la máquina de unión (186) incluye un mandril (194) y pasadores de alineación que conectan el mandril a las secciones compuestas para mantener los extremos de las secciones compuestas en una alineación deseada dentro de la máquina de unión.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que las plantillas (184) están dispuestas para soportar las secciones compuestas a lo largo de sus longitudes y mantener las secciones compuestas en una alineación deseada a medida que el elemento de empalme se une a la junta entre las secciones compuestas.
- 25 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que la máquina de unión (186) incluye:
- medios (192, 196) para aplicar calor a la junta para el curado del elemento de empalme, y
- medios para sujetar las secciones compuestas frente al movimiento durante el curado.
5. El aparato de la reivindicación 4, en el que los medios para sujetar las secciones compuestas incluye un par de placas (236) que abarcan la junta y fijan los extremos adyacentes de las secciones compuestas.
- 30 6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato comprende además:
- primeros medios (214, 215) para el montaje de la herramienta (194) en la primera plataforma (188) para el movimiento lineal de forma sustancialmente horizontal hacia y alejada de la pieza; y
- segundos medios (199, 222, 224) para el montaje de la primera cámara (198) en la segunda plataforma (190) para el movimiento lineal hacia y alejada de la pieza.
- 35 7. El aparato de la reivindicación 6, en el que el aparato comprende además:
- un marco (199) montado de forma extraíble en la segunda plataforma (190); y
- en el que la primera cámara (198) está unida al marco y se puede extraer de la segunda plataforma junto con el marco.
8. Un procedimiento de unión de dos secciones compuestas alargadas, que comprende:
- 40 el soporte de las secciones compuestas en una relación de extremo a extremo alineada;
- la formación de una junta entre las secciones compuestas mediante la colocación de un elemento de empalme sin curar sobre los extremos adyacentes de las secciones compuestas;
- el prensado del elemento de empalme a los extremos de las secciones compuestas por una primera plataforma (188) y una segunda plataforma (190) relativamente móviles entre una posición abierta y una posición cerrada; y

la aplicación de calor y presión para unir la junta; en el que el soporte de las secciones compuestas incluye:

plantillas de posicionamiento (184) en lados opuestos de la prensa; y

la sujeción de las secciones compuestas en las plantillas a medida que el elemento de empalme se une a los extremos de las secciones compuestas, y en el que

5 el prensado del elemento de empalme comprende además:

el soporte de una herramienta mediante la primera plataforma;

la colocación de una bolsa de vacío sobre el elemento de empalme, y la aplicación de presión al elemento de empalme mediante la evacuación de la bolsa de vacío;

10 la presurización de al menos una primera cámara (198) soportada por la segunda plataforma para presionar la pieza contra la herramienta; y

el calentamiento de la herramienta.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el prensado del elemento de empalme incluye:

la colocación de una cámara de presión (198) en la prensa sobre el elemento de empalme y la bolsa de vacío; y

la aplicación de presión al elemento de empalme mediante la presurización de la cámara.

15 **10.** El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la formación de una junta incluye:

la colocación del elemento de empalme y los extremos de las secciones compuestas en un mandril (194); y

la aplicación de calor a la junta incluye la dirección de un medio caliente sobre el mandril.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la aplicación de calor a la junta incluye:

la recirculación del medio dirigido sobre el mandril (194); y

20 el calentamiento del medio a medida que se recircula.

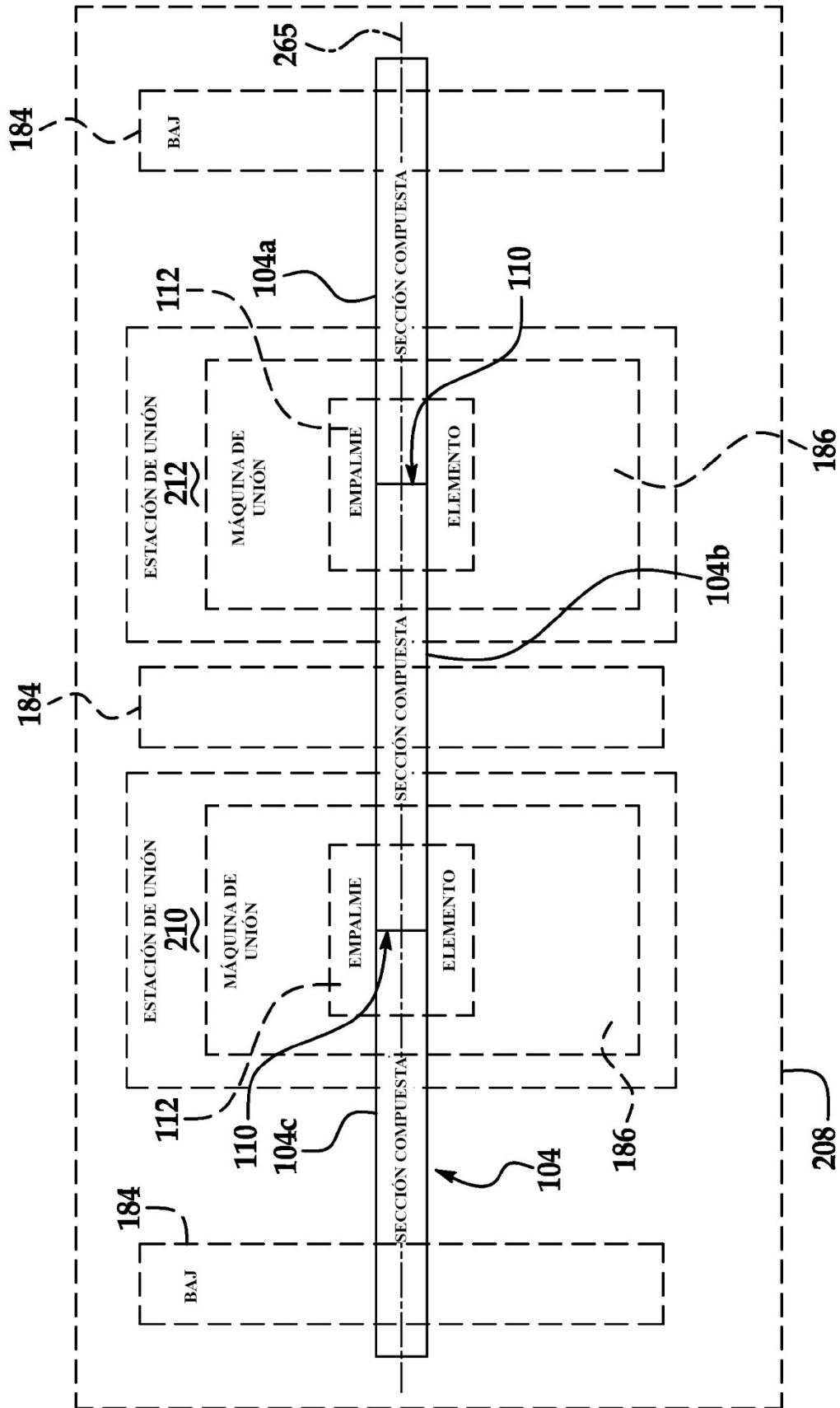


FIG. 1

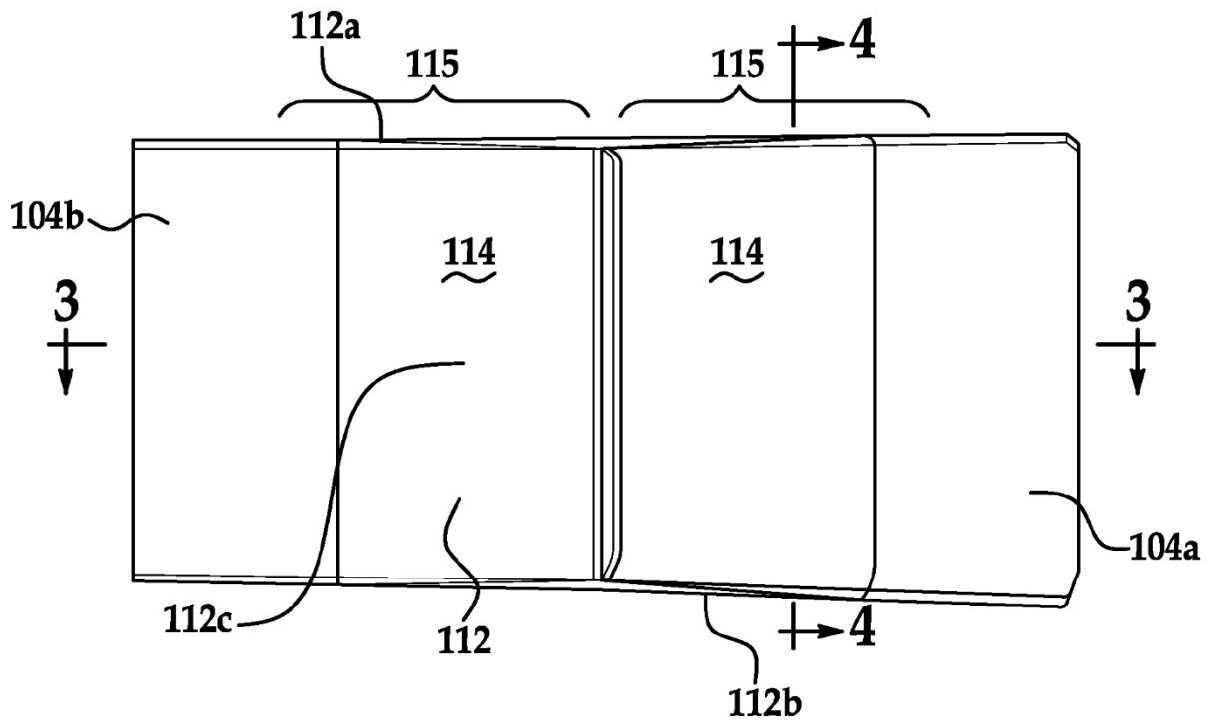


FIG. 2

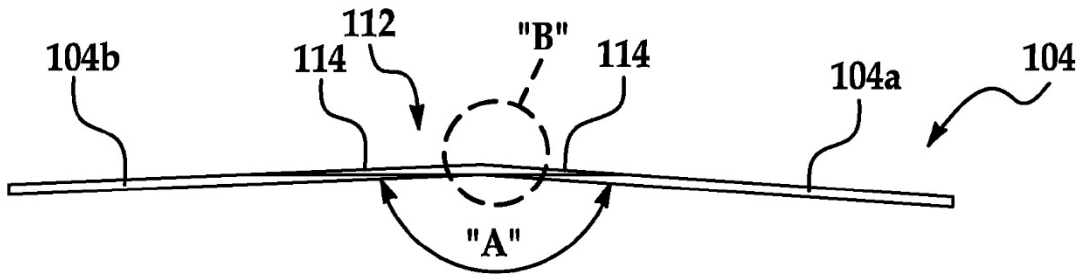


FIG. 3

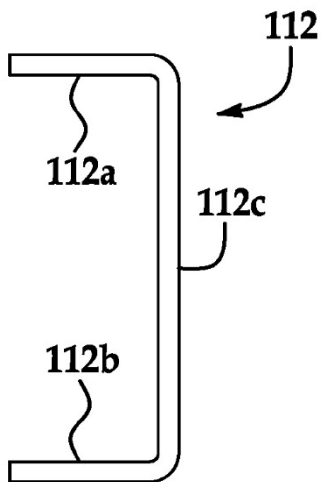


FIG. 4

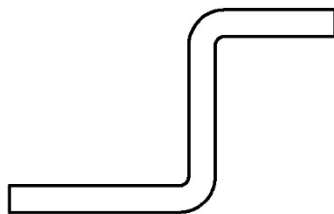


FIG. 5

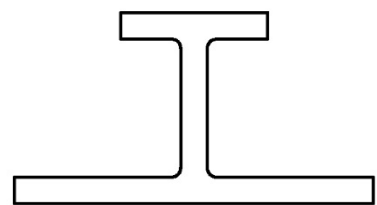


FIG. 6

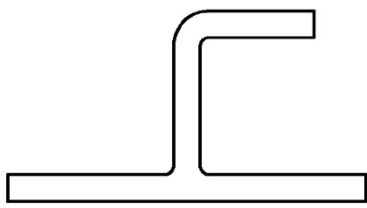


FIG. 7



FIG. 8

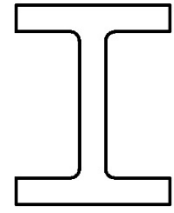


FIG. 9

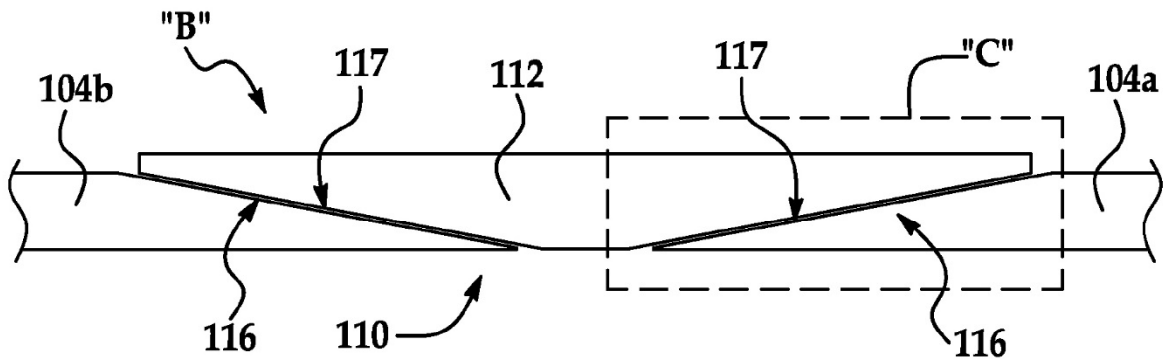


FIG. 10

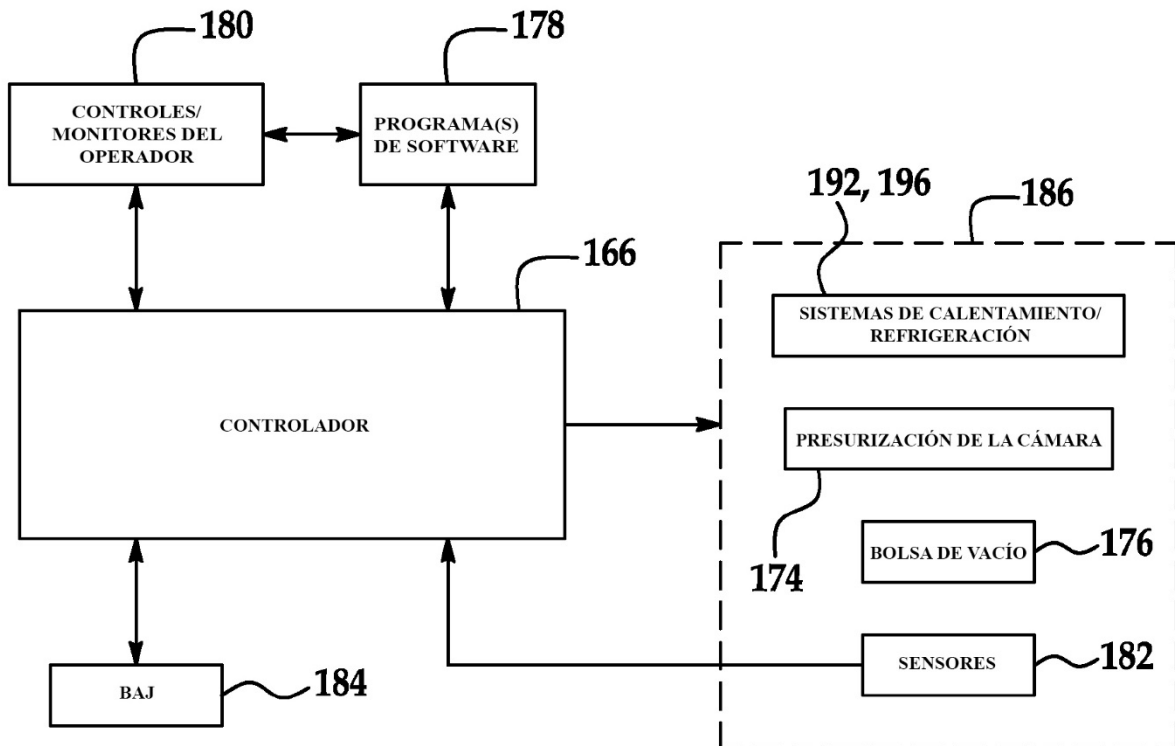


FIG. 12

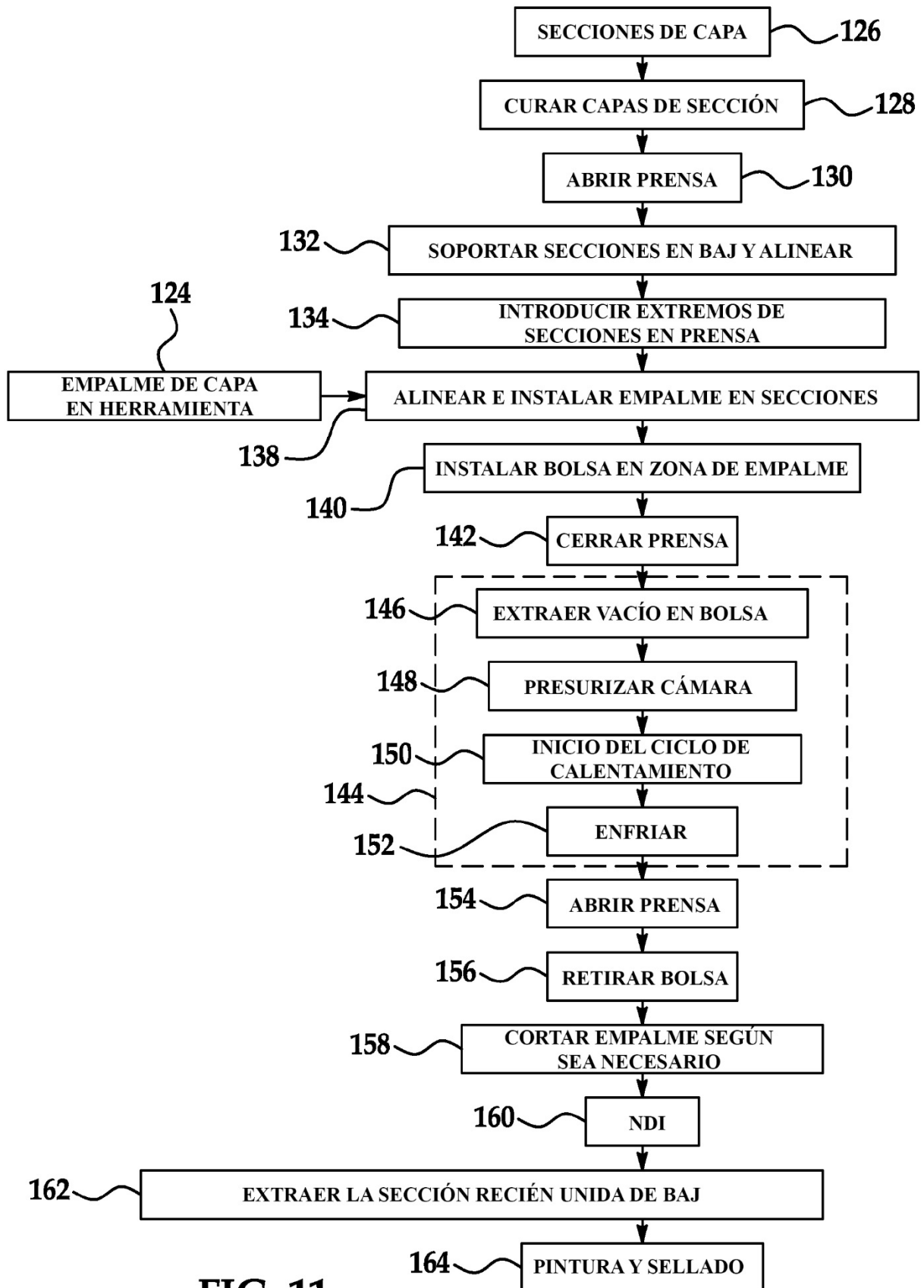


FIG. 11

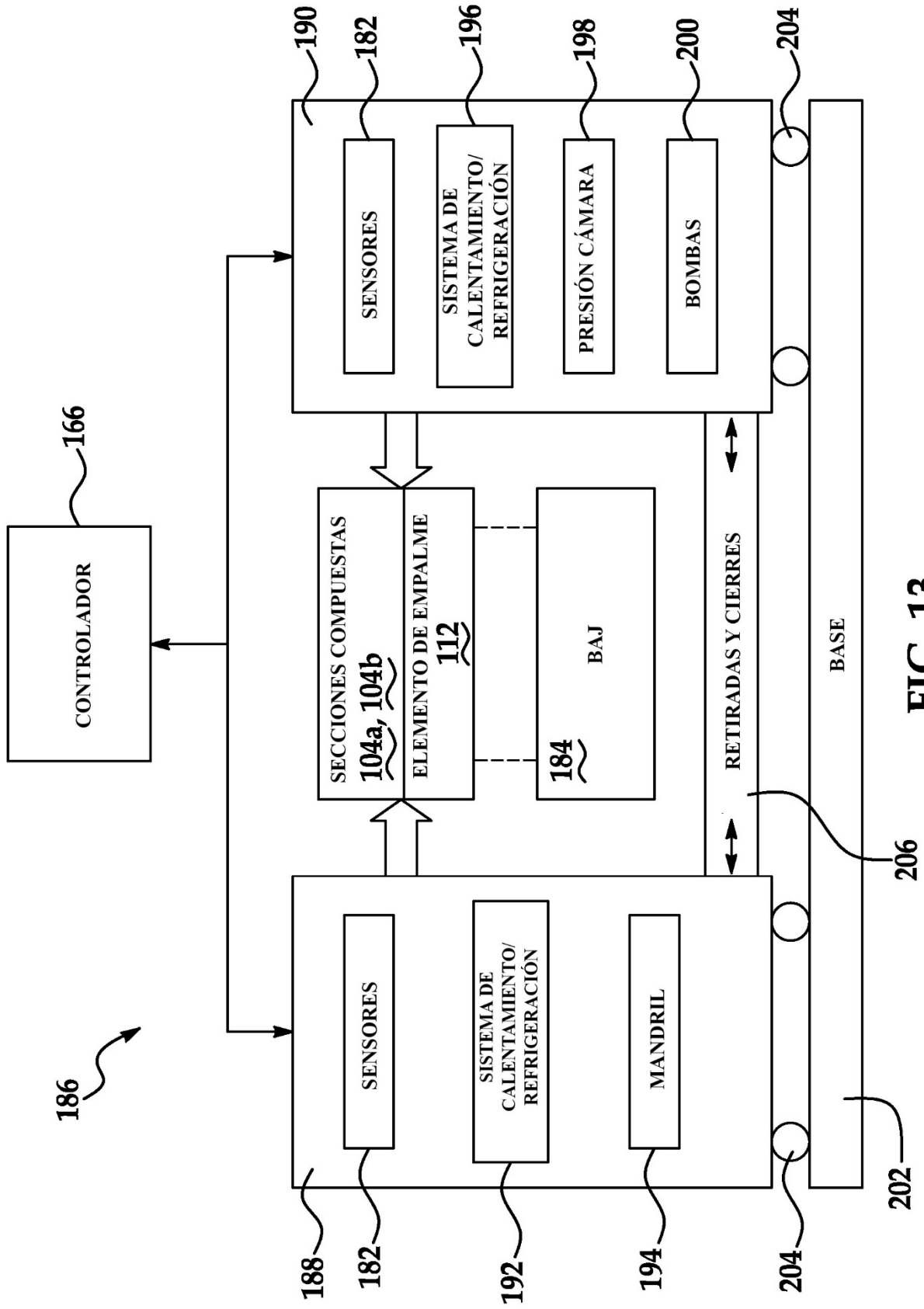
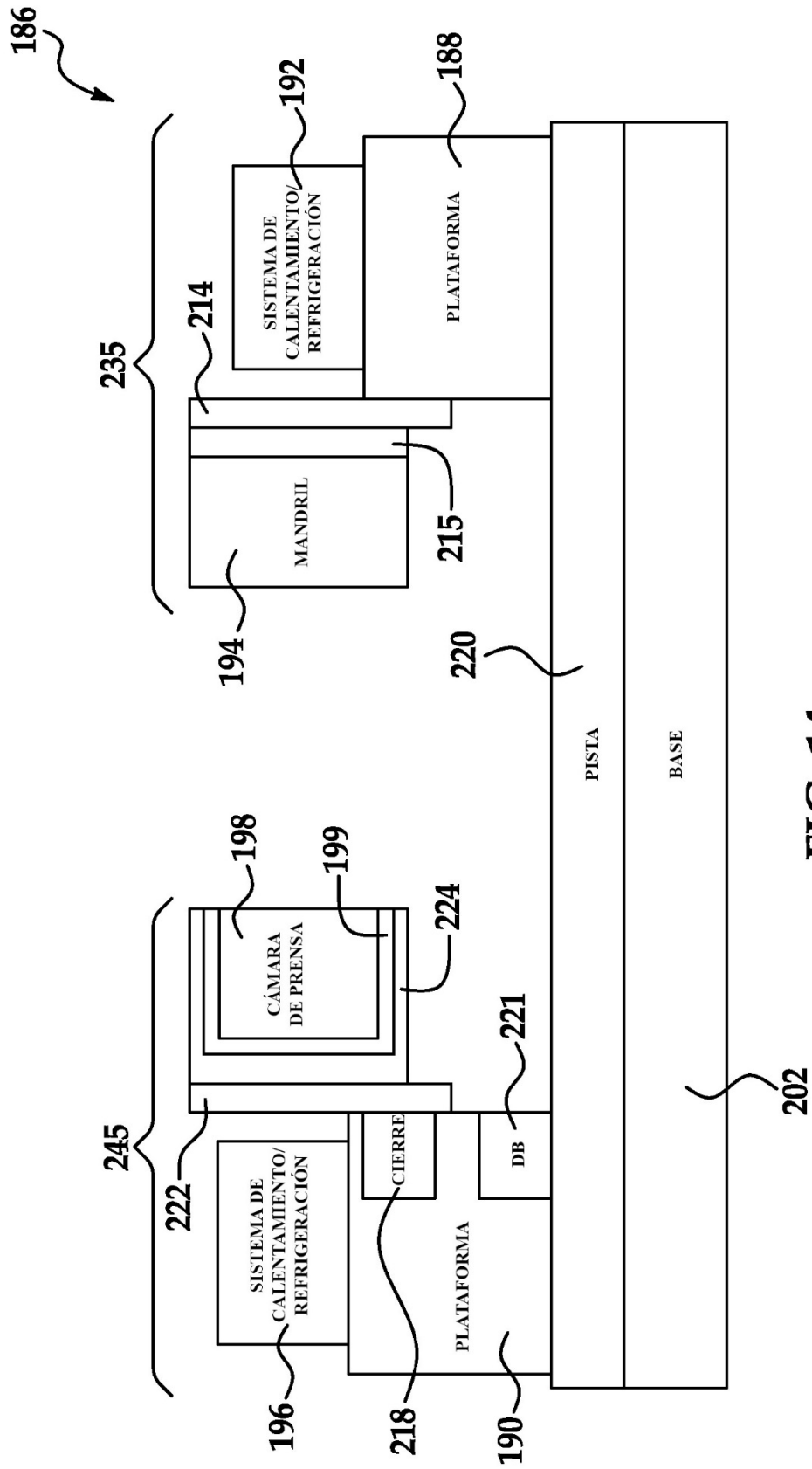


FIG. 13



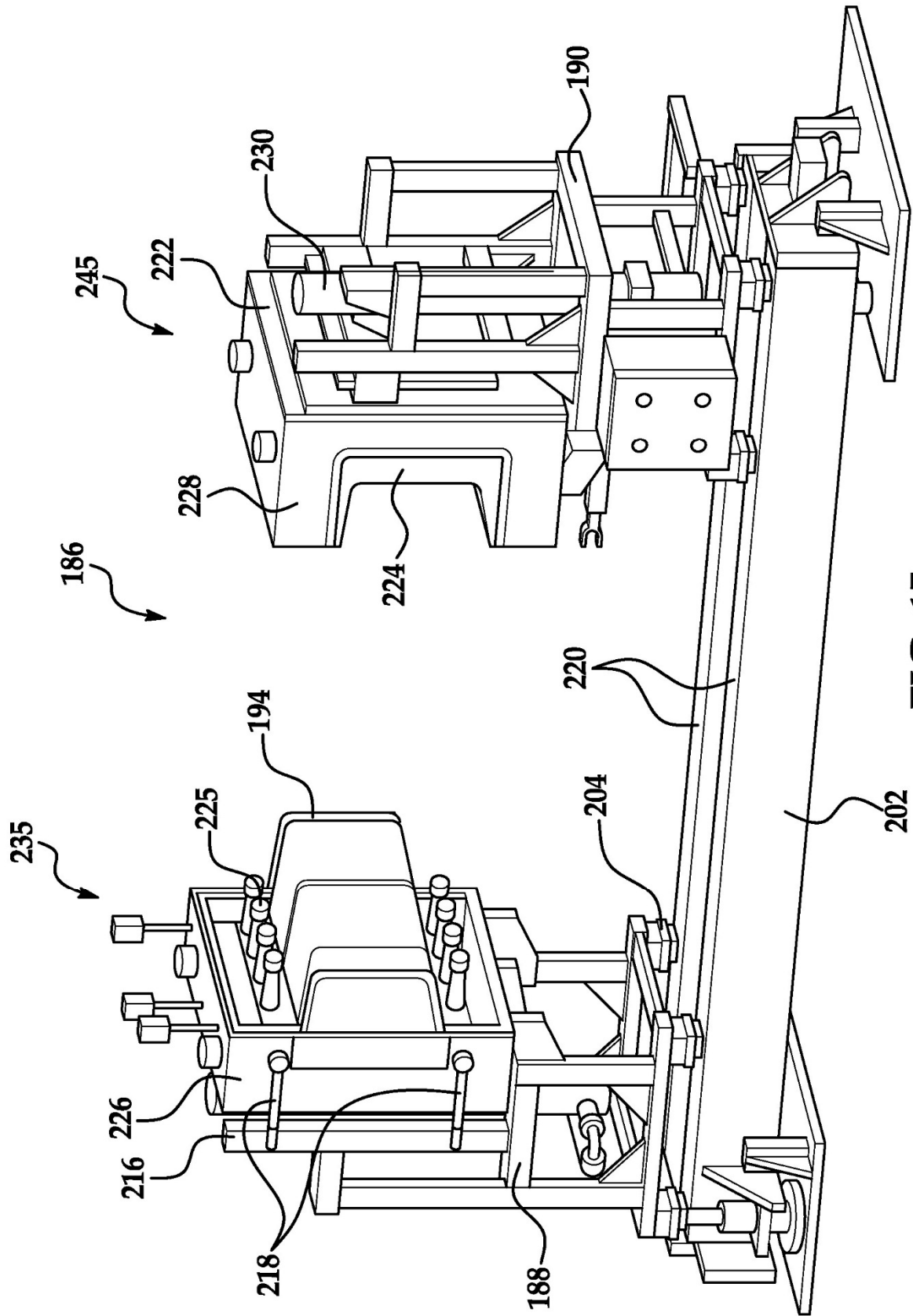


FIG. 15

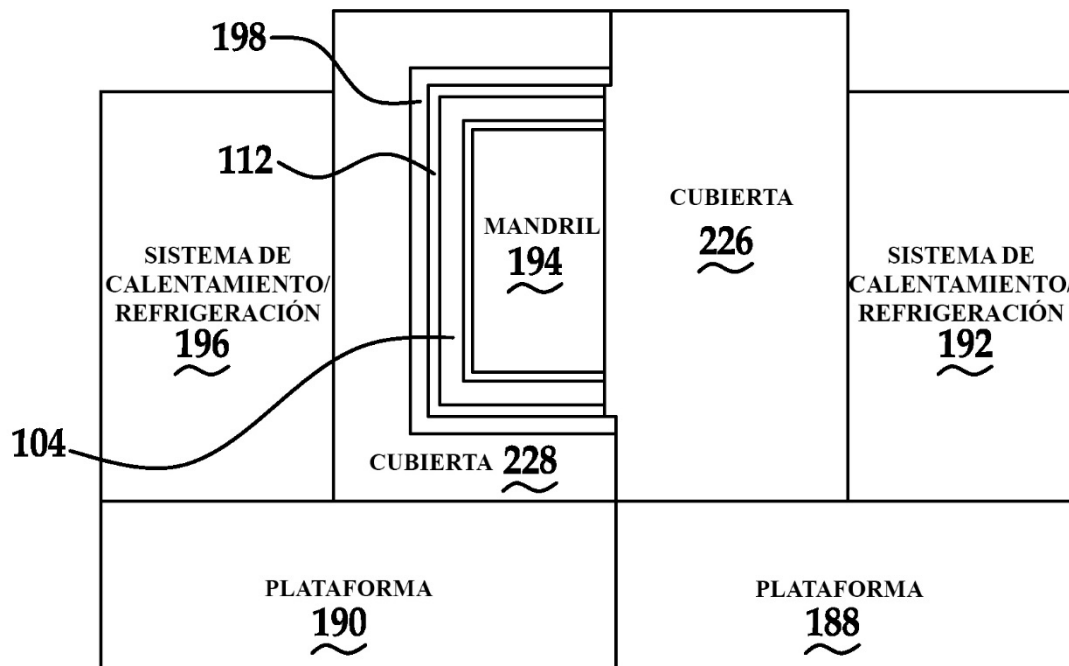


FIG. 16

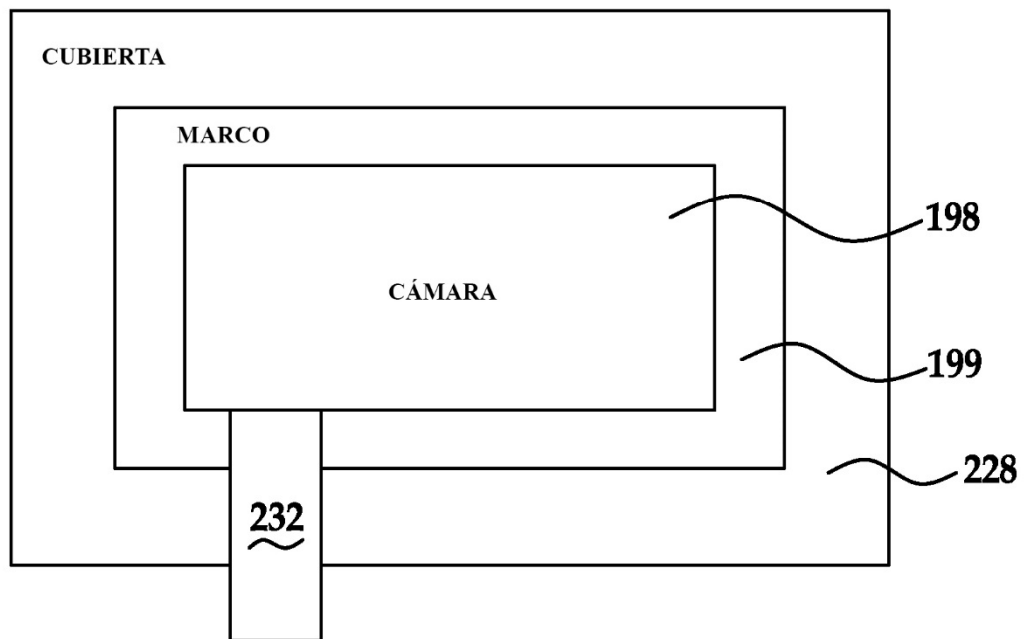


FIG. 17

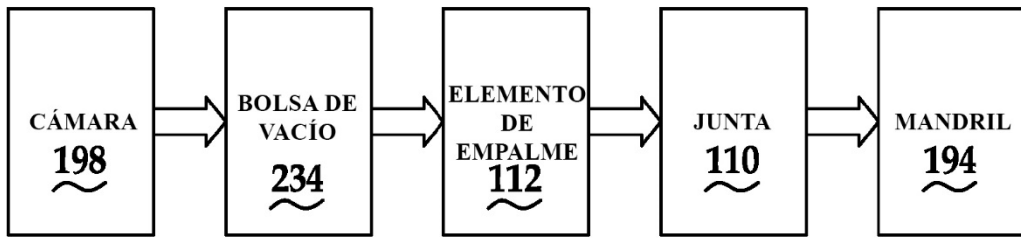


FIG. 18

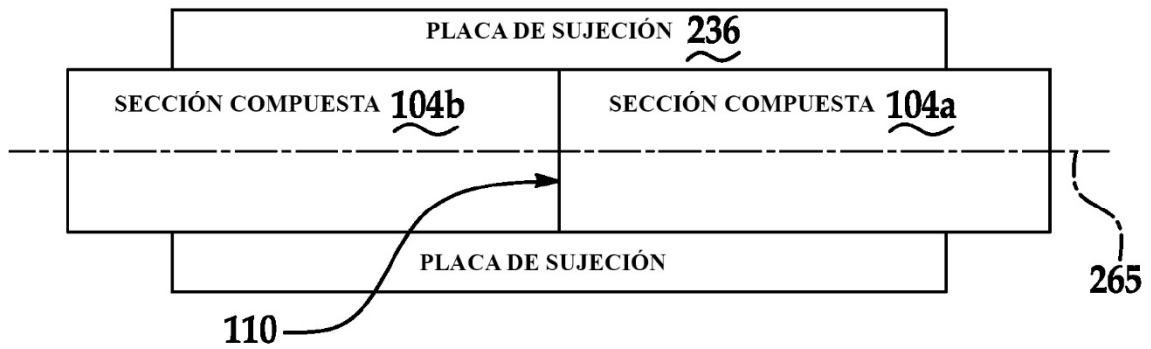


FIG. 19

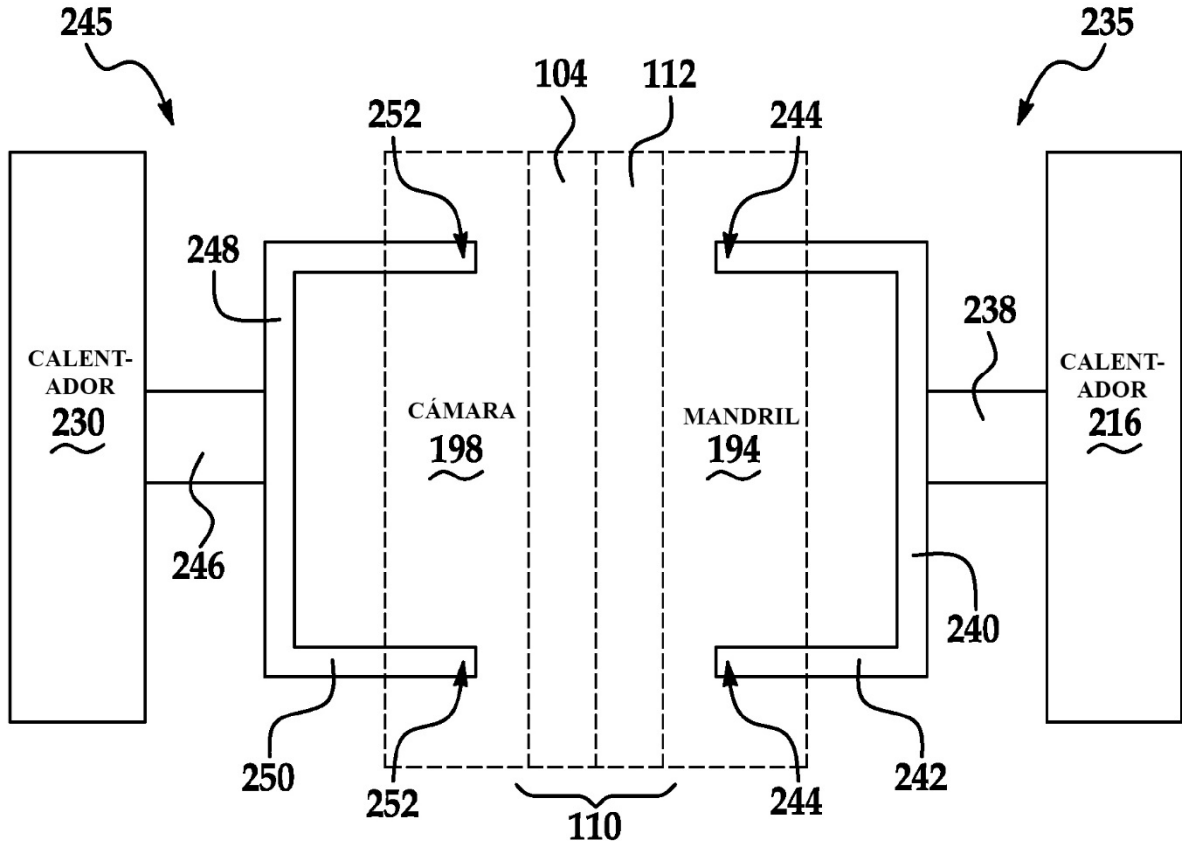


FIG. 20

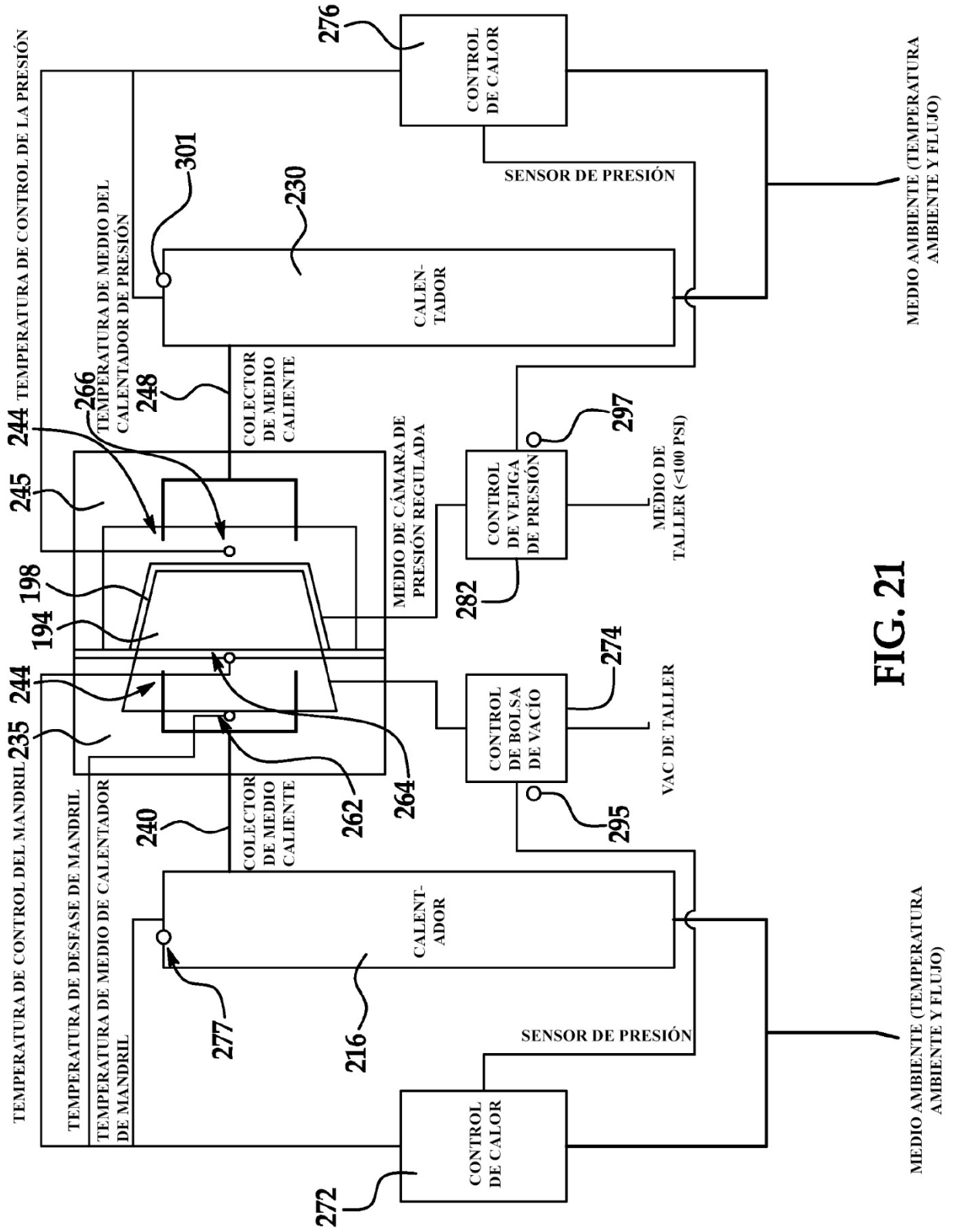


FIG. 21

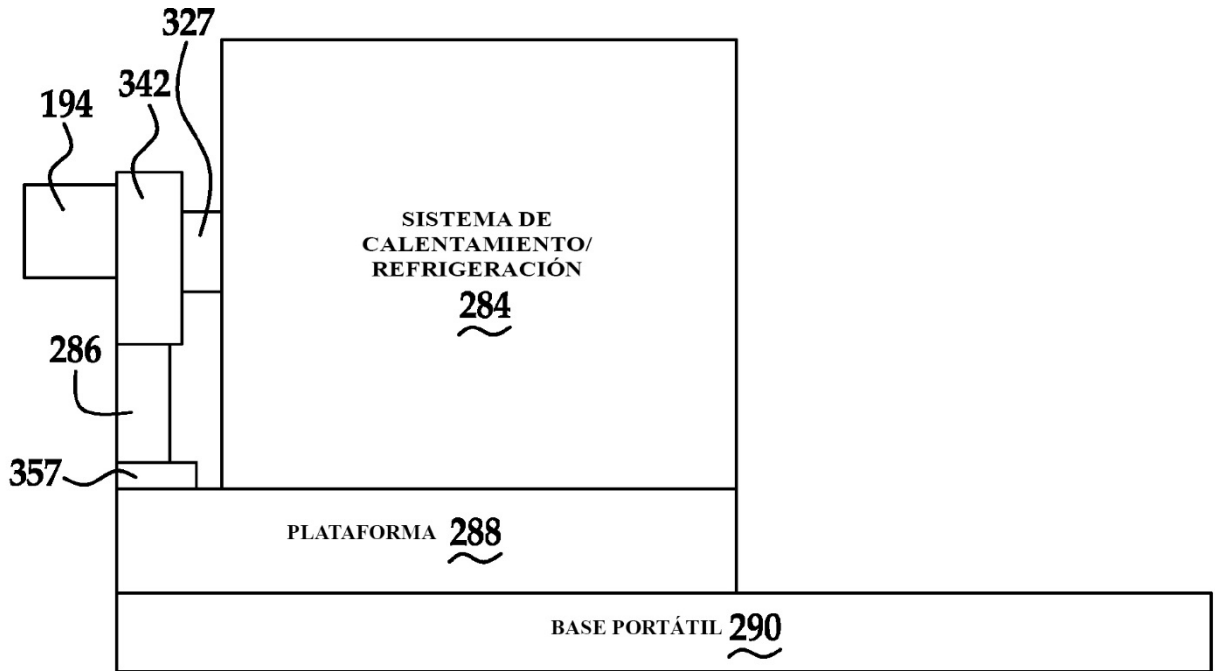


FIG. 22

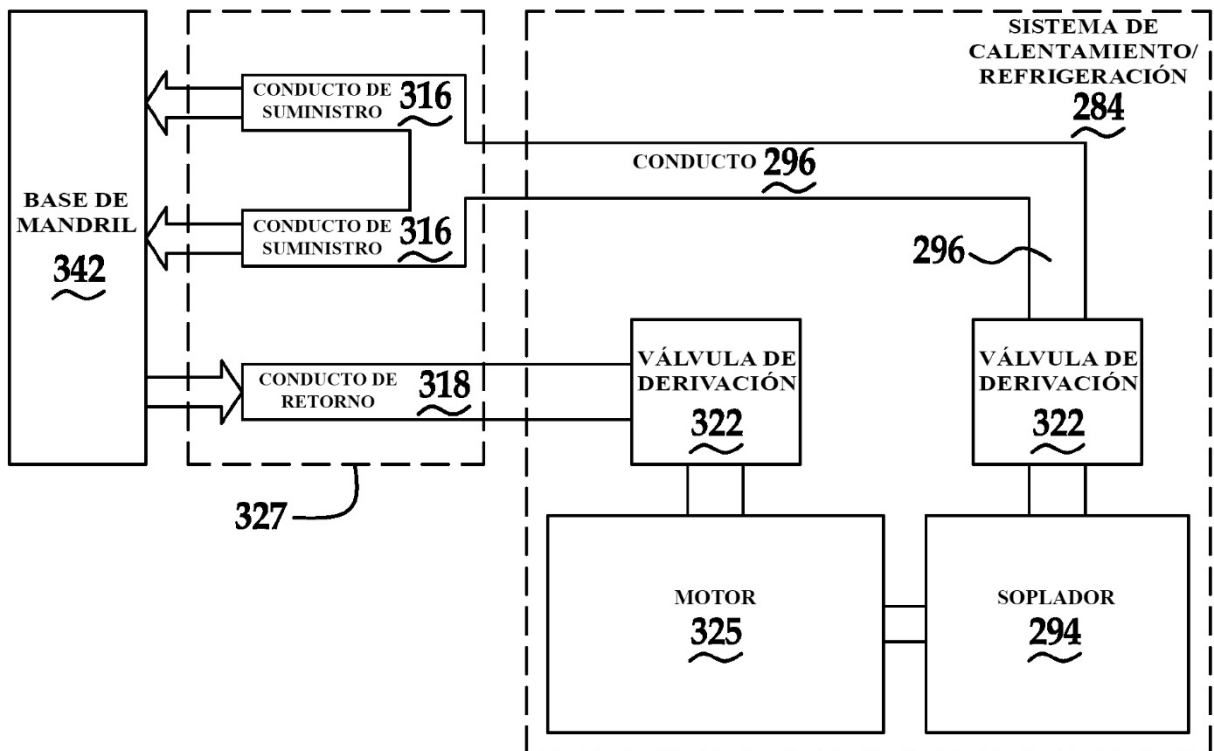


FIG. 23

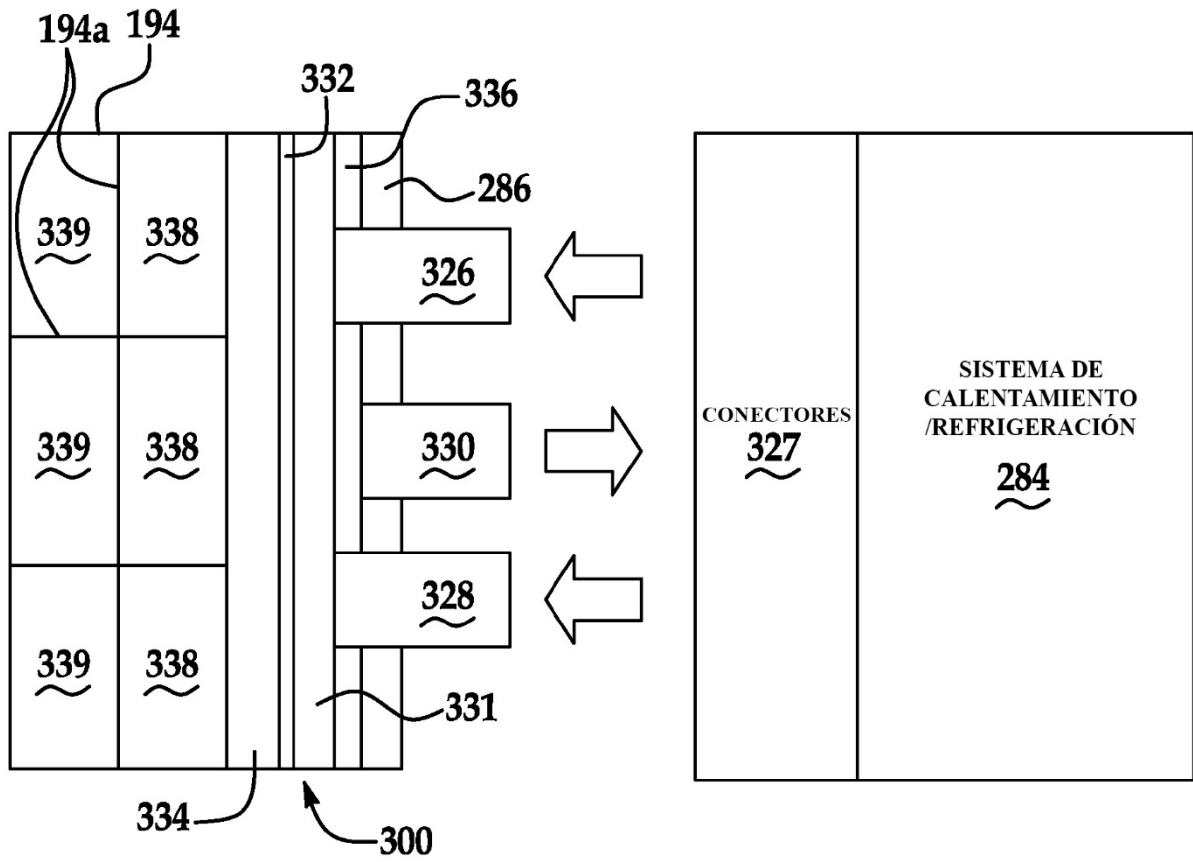


FIG. 24

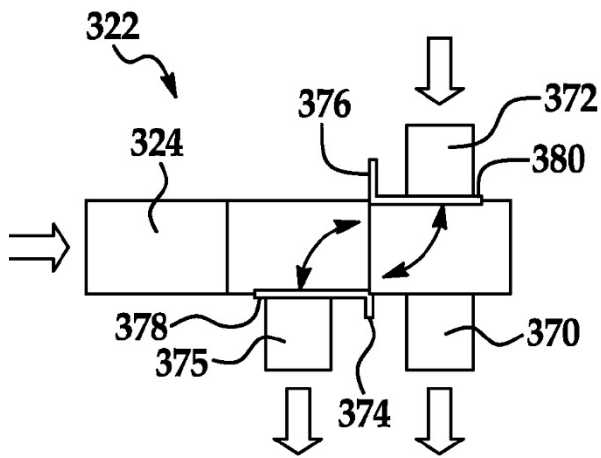


FIG. 25

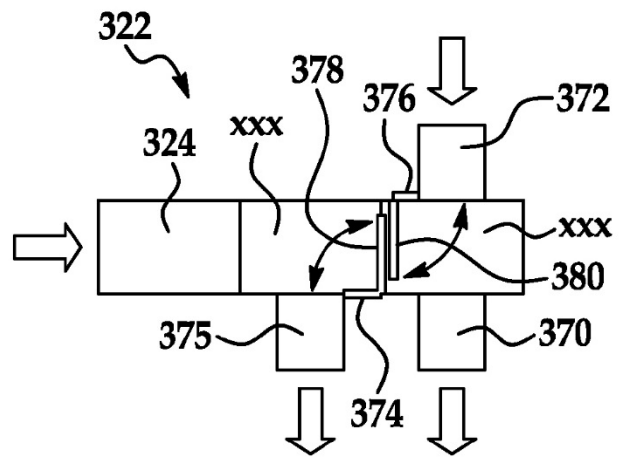


FIG. 26

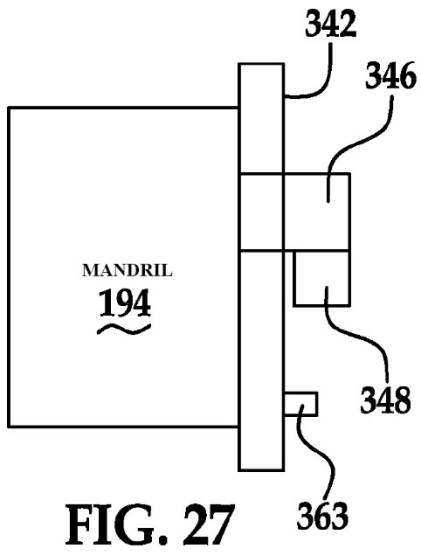


FIG. 27

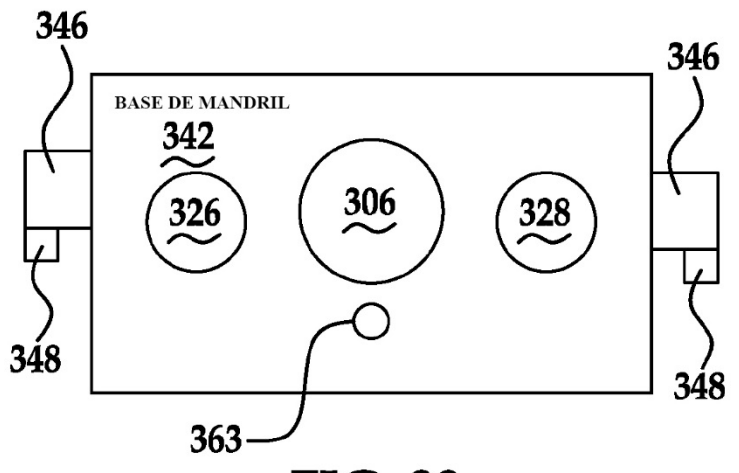


FIG. 28

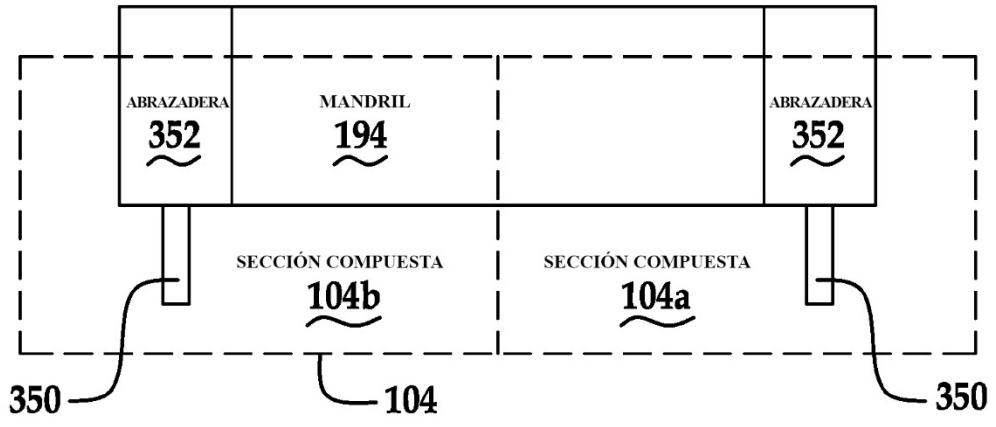


FIG. 29

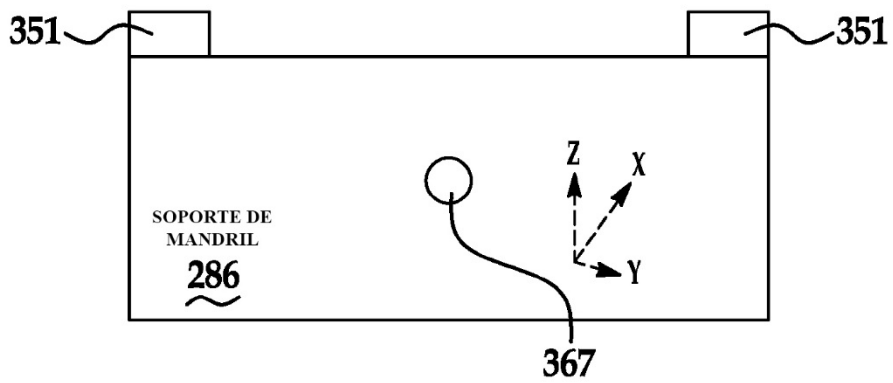


FIG. 30

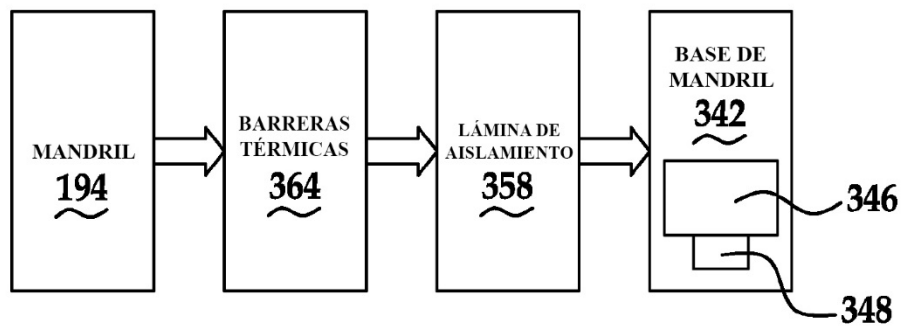


FIG. 31

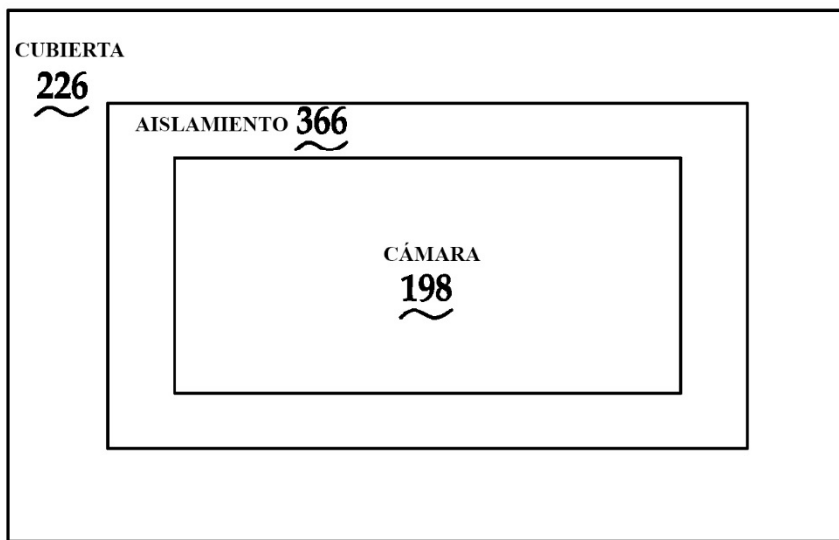


FIG. 32

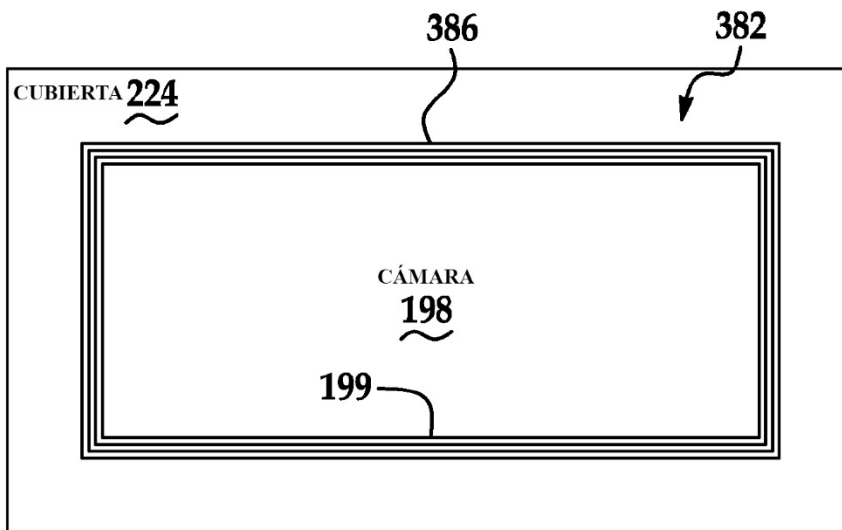


FIG. 33

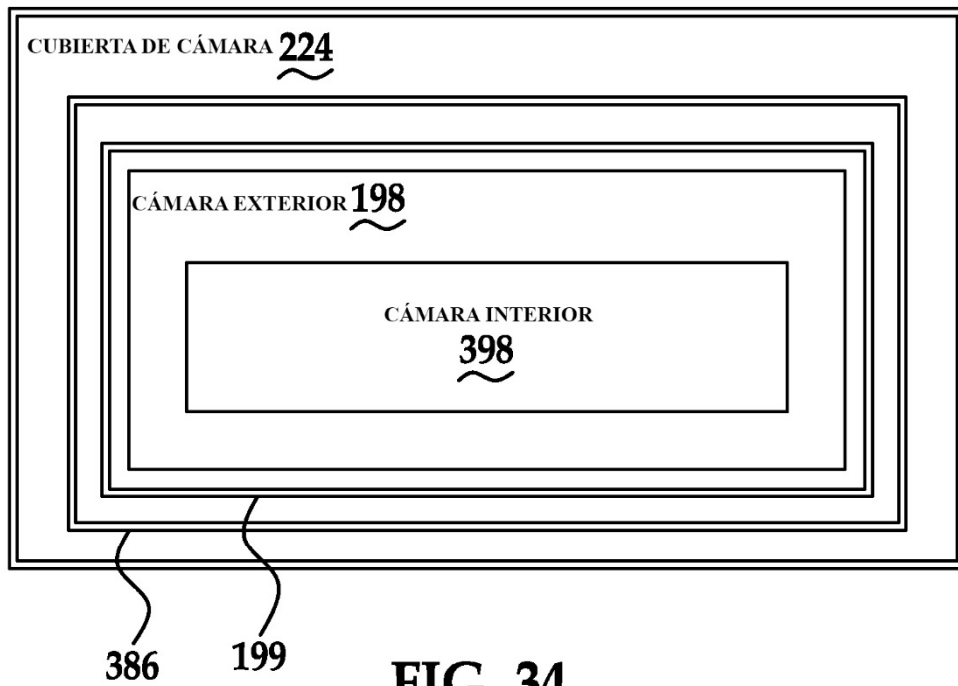


FIG. 34

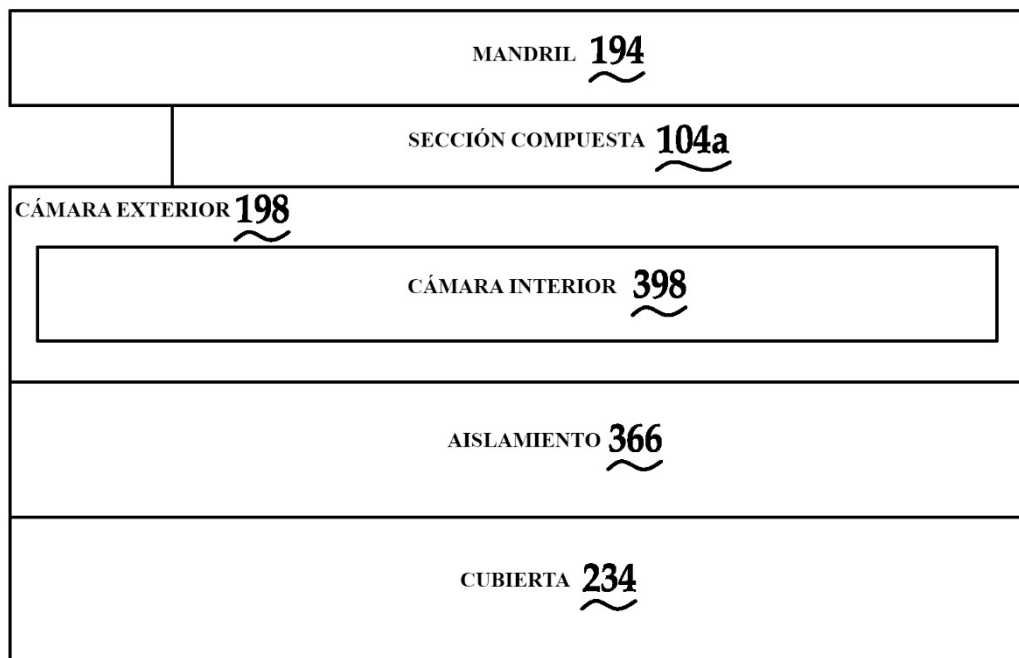


FIG. 35

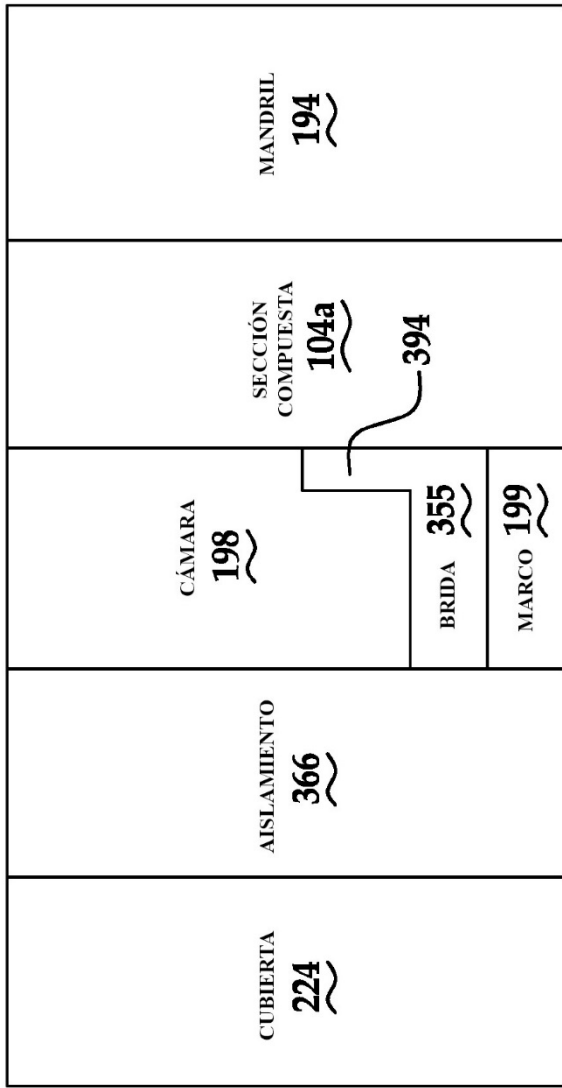


FIG. 36

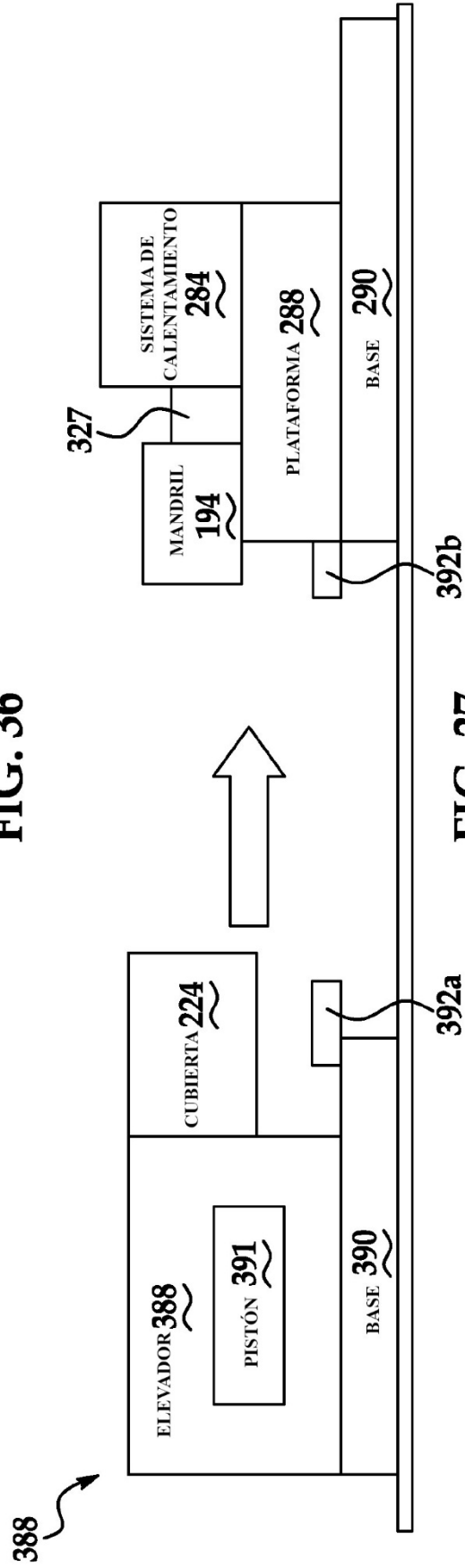


FIG. 37

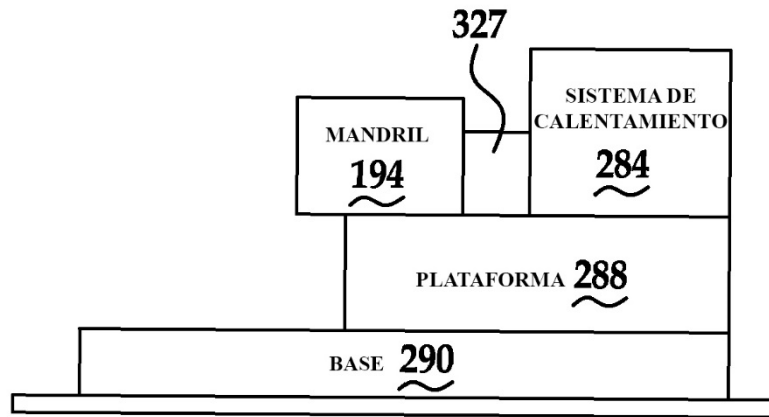


FIG. 38

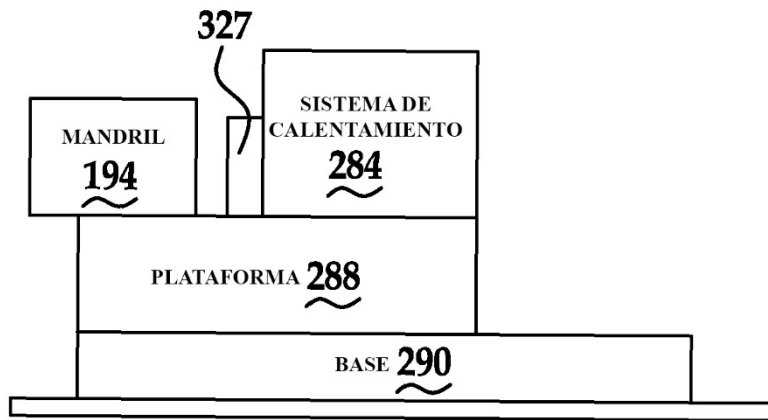


FIG. 39

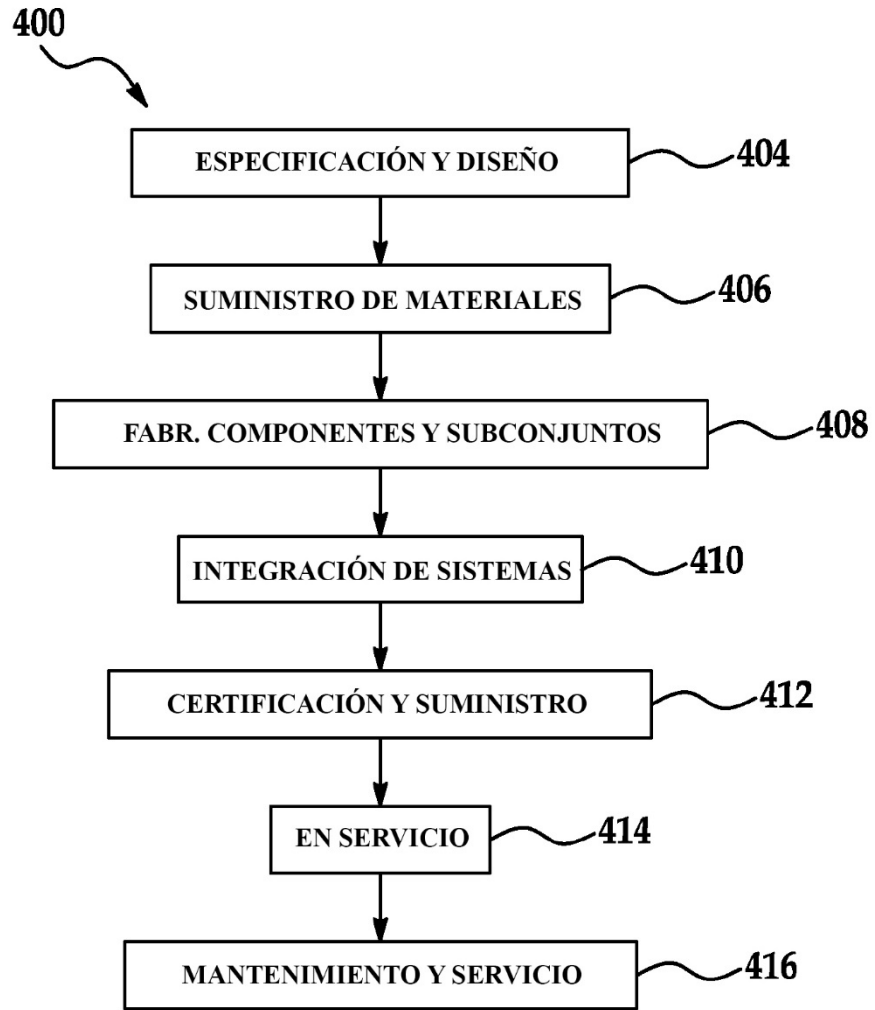


FIG. 40

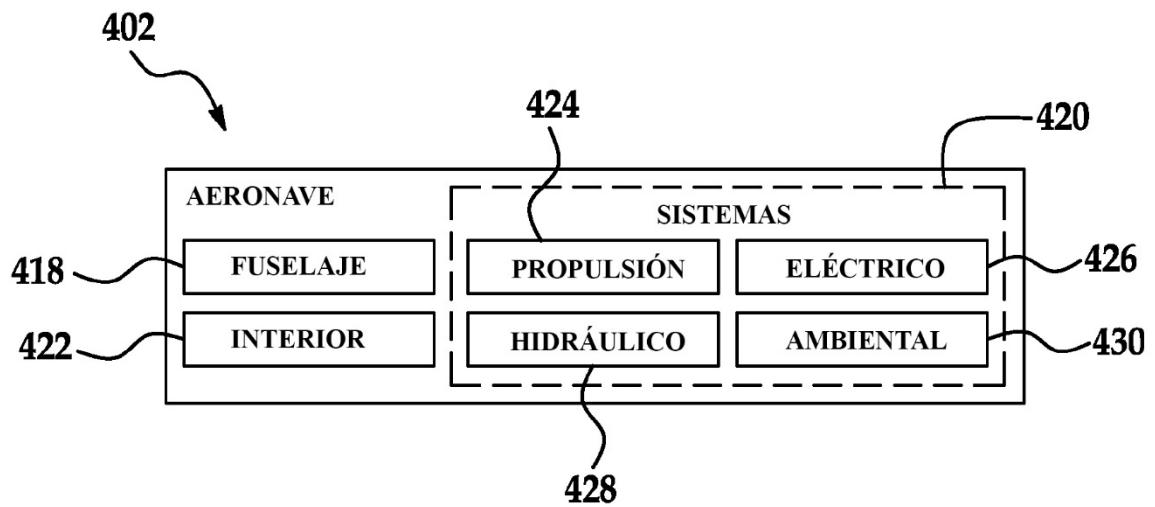


FIG. 41