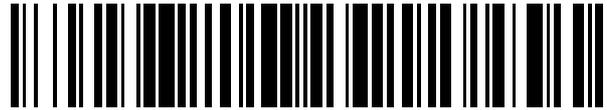


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 456**

51 Int. Cl.:

B64D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2014 E 14172650 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2840023**

54 Título: **Aeronave con fuselaje posterior de múltiples cubiertas en niveles**

30 Prioridad:

22.08.2013 US 201313973843

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

15.07.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BARMICHEV, SERGEY y
SANKRITHI, MITHRA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 577 456 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

Aeronave con fuselaje posterior de múltiples cubiertas en niveles

5 **CAMPO TÉCNICO**

En líneas generales, la presente descripción hace referencia a configuraciones de fuselaje de la aeronave y los planos de la cabina y, más particularmente, contempla una configuración de piso de cabina en niveles.

ANTECEDENTES

10 La eficacia operativa de aeronaves comerciales y militares puede depender del uso eficaz del volumen de espacio en el fuselaje de la aeronave. La optimización del uso del volumen del fuselaje puede permitir que la aeronave traslade mayor carga útil y/o carga comercial de pasajeros. La capacidad de transportar mayores cargas útiles pagas reduce los gastos operativos con respecto al ingreso, al tiempo que reduce en forma simultánea la quema de combustible por asiento-kilómetro y/o tonelada-kilómetro, y a su vez reduce la producción de CO₂ por asiento-kilómetro y/o tonelada-kilómetro. El desafío de optimizar el uso de volumen de fuselaje disponible se ve complicado por la necesidad de proveer comodidad y seguridad al pasajero, al tiempo que se contemplan los requisitos de carga asociada. Por último, el plano y el diseño de la cabina de pasajeros debe tener en cuenta la necesidad de absorción de la energía del aterrizaje forzoso en áreas inferiores del fuselaje.

20 Dos enfoques que han sido utilizados anteriormente para aumentar la capacidad de pasajeros en aeronaves existentes son alargar el cuerpo de la aeronave o aumentar la cantidad de pasajeros por fila. El primer enfoque puede mantener la relación de cantidad de asientos para pasajeros y capacidad de carga relativamente igual, pero también puede modificar los parámetros de despegue y aterrizaje de la aeronave, y algunas veces implica un nuevo diseño de las alas de la aeronave y/o el uso de motores distintos. El segundo enfoque puede implicar el uso de asientos de aeronave más angostos y/o el tallado local de marcos para el cuerpo en el interior, como se ilustra en el documento de la técnica anterior US 2002 033 432.

25 Desafortunadamente, en general, dicho enfoque reduce la comodidad del pasajero y puede implicar un rediseño importante de los componentes estructurales de la aeronave.

30 Por consiguiente, existe una necesidad de un fuselaje de aeronave que optimice el uso de volumen del fuselaje, al tiempo que aumente la capacidad de pasajeros y cumpla con la necesidad de seguridad y comodidad de los pasajeros con almacenamiento de carga adecuado. Las realizaciones descritas pretenden abordar uno o más de los problemas que anteceden.

35 **COMPENDIO**

La invención hace referencia a una aeronave según la reivindicación 1, en la que el diseño del fuselaje y el diseño de la cabina optimizan el uso del volumen de fuselaje al tiempo que cumplen con la necesidad de protección contra impactos y transporte de la carga. Un diseño de piso de cabina en niveles en un fuselaje de corte transversal uniforme provee la máxima capacidad de pasajeros sentados. Las cubiertas de carga debajo de las áreas de asientos para pasajeros proveen zonas de compresión que absorben energía durante aterrizajes forzosos a fin de proteger a los pasajeros. El diseño de cabina en niveles incluye cabinas superiores e inferiores apiladas, conectadas con una cabina principal de nivel intermedio mediante una o más escaleras, ascensores o escaleras mecánicas. En una realización, una segunda escalera permite a los pasajeros atravesar la cabina superior e inferior sin pasar por la cabina principal. Las escaleras que conectan la cabina principal con la cabina superior e inferior pueden estar espaciadas en forma longitudinal, según sea requerido, para hacer lugar para los compartimentos de ruedas del tren de aterrizaje y/o las bodegas de carga debajo. En otra realización, se utiliza el espacio encima de la cabina principal como un compartimiento de descanso para la tripulación, al que se puede acceder por escalones o escaleras. En algunas realizaciones, en las que la cabina inferior se encuentra cerca de la línea de flotación de la aeronave, las puertas holandesas de separación en el fuselaje proveen la salida de pasajeros, al tiempo que sirve de protección contra el ingreso de agua en la cabina en caso de un aterrizaje de emergencia en el agua.

Según una realización descrita, una aeronave comprende un fuselaje, una primera cabina, una cabina en niveles espaciada en forma longitudinal de la primera cabina y una bodega inferior. La cabina en niveles incluye una segunda cabina superior y una tercera cabina inferior. La bodega inferior se encuentra debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior. La primera cabina tiene un primer piso y la segunda cabina tiene un segundo piso que se encuentra por encima del nivel del primer piso. La tercera cabina tiene un tercer piso por debajo del nivel del primer piso. En un ejemplo que no es parte de la invención, la segunda y la tercera cabina se encuentran ubicadas delante de la primera cabina,

mientras que en otra realización, la segunda y la tercera cabina se encuentran atrás de la primera cabina. La aeronave puede comprender además medios para permitir que los pasajeros atraviesen la primera cabina y cada una de la segunda y la tercera cabina, que pueden incluir al menos uno de escaleras, una escalera mecánica o un ascensor. La aeronave puede comprender además una primera cubierta de carga ubicada debajo del primer piso de cabina. La aeronave puede comprender además al menos una escalera que permite a los pasajeros atravesar directamente la segunda y la tercera cabina sin atravesar la primera cabina.

Según otra realización que no es parte de la invención, una aeronave comprende un fuselaje, una primera cabina con un primer piso y una cabina en niveles espaciada en forma longitudinal de la primera cabina. La cabina en niveles incluye una segunda cabina superior con un segundo piso por encima del primer piso y una tercera cabina inferior con un tercer piso por debajo del nivel del primer piso. La aeronave comprende además medios para permitir que los pasajeros y la tripulación atraviesen la primera cabina y cada una de la segunda y tercera cabina, y un compartimiento superior apilado sobre la primera cabina, en el que el compartimiento superior tiene un cuarto piso por encima del nivel del segundo piso. Se proveen medios, tales como escalones o escaleras, para permitir que los pasajeros y la tripulación atraviesen la segunda cabina y el compartimiento superior.

Según aun otra realización que no es parte de la invención, una aeronave comprende un fuselaje, una primera cabina en el fuselaje con un primer piso y una cabina en niveles espaciada en forma longitudinal de la primera cabina. La cabina en niveles incluye una segunda cabina superior con un segundo piso por encima del nivel del primer piso y una tercera cabina inferior por debajo de la segunda cabina superior y con un tercer piso por debajo del nivel del primer piso. La aeronave comprende además medios de transporte accionados para transportar en forma vertical cargas útiles entre la primera, la segunda y la tercera cabina. Los medios de transporte accionados pueden comprender un ascensor colocado en forma longitudinal en el fuselaje entre la primera cabina y la cabina en niveles.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones descritas serán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones, cuando se consideren de conformidad con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones anexas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

La Figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de una aeronave típica con un fuselaje que emplea una configuración de cabina en niveles según las realizaciones descritas.

La Figura 2 es una ilustración de una vista lateral de la aeronave que se muestra en la Figura 1, parcialmente transversal sin el montaje de alas y cola con fines de claridad.

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

La Figura 4 es una ilustración similar a la Figura 2, pero que muestra una realización alternativa del diseño de cabina en niveles.

La Figura 5 es una ilustración de una vista transversal tomada a lo largo de la línea 5-5 en la Figura 4.

La Figura 6 es una ilustración similar a la Figura 2, pero que muestra realizaciones alternativas para conectar los diseños de escaleras y asientos para cada una de las cabinas.

La Figura 7 es una ilustración similar a la Figura 2, pero que muestra otra realización alternativa para conectar los diseños de escaleras y asientos para cada una de las cabinas.

La Figura 8 es una ilustración similar a la Figura 2 que muestra diseños alternativos para las cabinas superiores e inferiores en los que la cabina inferior se emplea para la carga.

La Figura 9 es una ilustración de una vista en plano de diseños de cabina alternativos para la aeronave que se muestra en la Figura 8.

La Figura 10 es una ilustración de una vista lateral de una aeronave «jumbo» con la cabina en niveles de las realizaciones descritas.

La Figura 10A es una ilustración de una vista lateral de una parte de la aeronave que se ilustra en la Figura 10, la que muestra diferencias en altura de corona entre las secciones delanteras y traseras del fuselaje.

La Figura 11 es una ilustración de una vista lateral diagramática que muestra un diseño de escalera para conectar la cabina principal con las cabinas superior e inferior.

La Figura 12 es una ilustración similar a la Figura 11, pero que muestra un diseño de escalera alternativo.

La Figura 13 es una ilustración de una vista lateral diagramática de una parte trasera de una aeronave que incluye una segunda escalera que conecta en forma directa las cabinas superior e inferior.

La Figura 14 es una ilustración de una vista diagramática de un diseño de fuselaje que incluye un compartimiento encima de la cabina principal y al que se puede acceder desde la cabina superior.

La Figura 15 es una ilustración de una vista en plano de una aeronave con niveles que incluye el área superior de descanso para la tripulación en la Figura 14.

Las Figuras 16A-16C son ilustraciones de vistas laterales diagramáticas de una aeronave con cabinas en niveles que emplean un ascensor.

La Figura 17 es una ilustración de una vista lateral de una parte posterior de una aeronave con cabinas en niveles, la que muestra la línea de flotación de la aeronave y el uso de puertas divididas en forma horizontal en la cabina inferior.

La Figura 18 es una ilustración representativa de una realización de un avión de línea con doble cubierta posterior en niveles de conformidad con la presente descripción.

La Figura 19 es una vista en corte transversal del fuselaje de una aeronave base de fuselaje ancho con una cubierta convencional.

La Figura 20 es una vista lateral diagramática de la aeronave base de la Figura 19.

La Figura 21 es una vista en corte transversal de una realización de una parte de doble cubierta posterior en niveles de un fuselaje de aeronave.

La Figura 22 es una vista en corte transversal de otra realización de una parte de doble cubierta posterior en niveles de un fuselaje de aeronave, dicha configuración presenta un menor descenso de la línea de quilla posterior, configurada para ajustarse a contenedores de carga de distinto tamaño.

La Figura 23 es una vista lateral diagramática del fuselaje de una aeronave con doble cubierta posterior en niveles que muestra modificaciones que pueden aplicarse al cuerpo posterior según la presente descripción.

La Figura 24 es un diagrama de vista en plano que muestra una realización de una configuración de carga útil y carga comercial de pasajeros para una aeronave con doble cubierta posterior en niveles de conformidad con la presente descripción.

La Figura 25 es una vista lateral diagramática parcial en primer plano que muestra en más detalle la transición del cuerpo de la aeronave a la parte posterior.

La Figura 26 es una vista en perspectiva de una realización de una estructura de fuselaje de aeronave en la región de transición para una aeronave con doble cubierta posterior en niveles.

La Figura 27 es una vista lateral posterior derecha de otra realización de una aeronave con doble cubierta posterior en niveles, cada uno con dos puertas en el lado derecho de la cubierta posterior superior y dos puertas en la cubierta posterior inferior:

La Figura 28 es una vista en corte transversal de la parte del fuselaje de doble cubierta posterior de la aeronave con doble cubierta posterior en niveles de la Figura 26:

La Figura 29 es una vista lateral diagramática de la realización de las Figuras 26 y 27.

La Figura 30 es un diagrama de vista en plano que muestra una realización de una configuración de carga útil y carga comercial de pasajeros para la configuración de doble cubierta posterior en niveles de las Figuras 26-28.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En primer lugar, con referencia a las Figuras 1-3, una aeronave 20 comprende un fuselaje generalmente cilíndrico 22 con un montaje del ala 26 y un montaje de cola 28 conectados a este. En el ejemplo ilustrado, la aeronave 20 es impulsada por motores de reacción 30 montados en el montaje del ala 26, tal como se ve en la Figura 1. La aeronave 20 puede transportar cualquiera de varios tipos de cargas útiles, los que incluyen carga y pasajeros. Tal como se emplea en la presente memoria, el término «pasajeros» pretende incluir todas las formas de pasajeros, lo que incluye tripulaciones, pilotos, auxiliares de vuelo y personal de mantenimiento.

A continuación, en particular con referencia a las Figuras 2 y 3, el fuselaje 22 incluye en términos generales una cabina de mando para la tripulación ubicada al frente 24 y un diseño de cabina en niveles 35 que comprende una primera cabina del nivel principal 32 ubicada inmediatamente detrás de la cabina de mando 24, y la segunda y la tercera cabina, superior e inferior, 34, 36 ubicadas entre la cabina principal 32 y el montaje de cola 28 (Figura 1). Las cabinas 32, 34 y 36, respectivamente, incluyen los pisos de cabina 38, 40 y 42 para sostener los asientos de pasajeros 62 y/o la carga.

Aunque no se muestre en las figuras, cada uno de los pisos 38, 40, 42 puede tener hardware incorporado para sujetar las cargas útiles a los pisos 38, 40, 42. Por ejemplo, uno o más de los pisos 38, 40, 42 pueden tener múltiples carriles de asientos (no ilustrados) que permiten que los asientos de pasajeros 62 se encuentren sujetos a los pisos 38, 40, 42 en varias configuraciones flexibles y esto permite que los asientos 62 sean retirados a fin de permitir que otras formas de cargas útiles, tal como carga, sean transportadas en las cabinas 32, 34, 36. El piso de la cabina superior 40 está ubicado por encima del nivel del piso de la cabina principal 38, mientras que el piso de la cabina inferior 42 está ubicado por debajo del nivel del piso de la cabina principal 38. Es posible emplear pisos de cabina de profundidades distintas o variadas para optimizar de mejor forma las alturas de cabina con relación al peso de la estructura del piso.

Las cabinas superior e inferior 34, 36 se encuentran apiladas en forma vertical y están respectivamente conectadas entre sí y con la cabina principal 32 por dos escaleras 44 que, en el ejemplo ilustrado, se encuentran alineadas en forma

- 5 longitudinal en el fuselaje 22. En diferentes realizaciones, también son posibles las escaleras que se encuentran alineadas en forma transversal o que están alineadas en un ángulo o que son curvadas/no lineales. Las escaleras 44 proveen un medio que permite a los pasajeros atravesar las cabinas 32, 34 y 36. La cantidad de escalones en cada escalera puede ser igual o distinta. En aquellas realizaciones en las que las dos escaleras tienen una cantidad diferente de escalones 44, los pisos de la cabina superior e inferior 40, 42, respectivamente, se encontrarán a alturas distintas con relación al piso de la cabina principal 38.
- 10 En realizaciones típicas, el piso superior 40 se puede encontrar entre 5 y 75 pulgadas por encima del nivel del piso de la primera cabina 38 y cada una de las escaleras 44 puede comprender entre 1 y 15 escalones. Los valores variantes de altura del escalón, longitud del escalón y saliente del escalón son posibles para diversas realizaciones. De manera similar, el piso inferior 42 se puede encontrar entre 5 y 75 pulgadas por debajo del nivel del primer piso de cabina 38 y las escaleras que conectan la primera cabina principal 32 con la cabina inferior posterior 36 pueden comprender entre 1 y 15 escalones. Aunque no se ilustran en las Figuras 2 y 3, son posibles un ascensor, una escalera mecánica u otros medios de transporte de pasajeros entre los pisos 38, 40, 42. De manera similar, aunque no se ilustran en las Figuras 2 y 3, se pueden proveer elevadores de carros de cocina como medios para transportar carros de cocina, tal como carros de cocina y carros de bebidas entre los pisos 38, 40 y 42. En los ejemplos ilustrados, se proveen las puertas 55 en las cabinas 34 y 36 para permitir la salida de emergencia de pasajeros y/o el mantenimiento de las cabinas.
- 15 Una primera cubierta de carga que comprende una primera cubierta de carga o bodega delantera 46 se encuentra debajo del piso de la cabina principal 38. La cubierta de carga delantera 46 tiene un volumen definido en forma parcial por una altura h_1 que permitirá el transporte de contenedores de carga LD-3 de tamaño completo estándares, así como también pallets de carga y/o carga a granel. Es posible cargar la cubierta de carga delantera 46 con los contenedores o pallets de carga a través de una puerta para carga (no ilustrada) ya sea del lado derecho o izquierdo del fuselaje, tal como se conoce en la técnica. Un cajón del ala central 48 y un compartimento de rueda de tren de aterrizaje principal 50 se encuentran ubicados inmediatamente detrás de la cubierta de carga delantera 46, por debajo del piso de la cabina principal 48. El cajón del ala 48 forma parte de una estructura que monta el montaje del ala 26 (Figura 1) en el fuselaje 22. Una bodega posterior inferior 52, que puede comprender una cubierta o bodega de carga posterior, se encuentra ubicada inmediatamente detrás del compartimento del tren de aterrizaje principal 50, por debajo del piso de la cabina inferior 42. La bodega inferior 52 puede incluir una puerta 57 que permite cargar/descargar la carga y tiene una altura h_2 que puede ser menor que la altura h_1 de la cubierta de carga delantera 46. Aunque la puerta 57 se muestra en el lado izquierdo del fuselaje del aeroplano, en configuraciones de aeroplano alternativas, la puerta 57 se puede ubicar alternativamente en el lado derecho del aeroplano.
- 20 La altura reducida h_2 de la bodega inferior 52 se ajusta a la altura necesaria para las cabinas posteriores apiladas 34, 36, al tiempo que aun provee suficiente volumen para colocar en ella cargas más pequeñas, lo que incluye carga a granel, así como también algunos dispositivos de carga por unidad de altura reducida de un conjunto que incluye los contenedores de carga LD3-45, LD3-45W, LD3-46, LD3-46W y otros contenedores de entre 20 y 60 pulgadas de altura. En realizaciones alternativas, la bodega posterior inferior 52 puede comprender un volumen de altura reducida que se adapta para colocar sistemas de aeroplano seleccionados (que incluyen, de modo no taxativo, unidades de reemplazo de líneas o LRU, sistemas de aviónica, sistema de control de vuelo, sistemas de control del entorno, sistemas de entretenimiento, sistemas de sensores, sistemas de agua, sistemas de desechos, sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, sistemas de oxígeno, sistemas de supresión de incendios y/o sistemas auxiliares de energía), en lugar de dispositivos de carga a granel o carga por unidad.
- 25 Una puerta de altura reducida típica 57 que recibiría contenedores LD3-45 de altura reducida puede tener una altura de aproximadamente 49 pulgadas y un ancho de aproximadamente 65 pulgadas. Por el contrario, una puerta típica de pallet de carga de altura completa 57 en la cubierta de carga delantera 46 puede tener una altura de aproximadamente 69 pulgadas y un ancho de aproximadamente 105 pulgadas.
- 30 La Figura 3 ilustra un diseño de asientos típico en el que se provee la cabina inferior 36 con filas de 8 asientos de doble pasillo y se provee la cabina superior 34 con filas de 6 asientos de un pasillo. Los asientos 62 en la cabina superior 34 se apoyan en el piso de la cabina superior 40 o están conectados a este, mientras que los asientos 62 en la cabina inferior 36 están conectados al piso de la cabina inferior 42 o se apoyan en este mediante el uso de carriles de asientos (no ilustrados) u otros métodos conocidos de sujeción de asientos a pisos en aeronaves. Se pueden proveer carriles de asiento para permitir diversas cantidades de asientos en fila con distintos tamaños de asiento. Por ejemplo, si la fila de 8 asientos de doble pasillo en la cabina inferior 36 ilustrada tiene un ancho inferior del asiento representativo de 18,5 pulgadas que corresponde a una clase turista de comodidad elevada, los arreglos de asientos alternativos podrían ser opciones seleccionables tales como filas de 9 asientos en clase turista básica con asientos de ancho inferior de 17

pulgadas o filas de 7 asientos en clase business con un ancho elevado o filas de 6 asientos de coche cama en primera clase con un ancho muy elevado o módulos privados.

5 Tanto las cabinas superior e inferior 34, 36 tienen una altura suficiente para permitir pasajeros de pie y que las atraviesen. Por ejemplo, dichas cabinas pueden tener un espacio sobre la cabeza máximo en los pasillos de aproximadamente 80 pulgadas o más para cumplir con los estándares de aeronaves de cuerpo ancho o al menos aproximadamente 72 pulgadas o más para cumplir con los estándares mínimos para aeronaves de transporte pequeñas. La cabina superior 34 incluye cestos de almacenamiento superiores 64, así como también cestos de almacenamiento laterales 66. De manera similar, la cabina inferior 36 incluye cestos de almacenamiento superiores 68. Los cestos de almacenamiento pueden ser estanterías para cestos, cestos basculantes, cestos de transporte u otros tipos de cesto de almacenamiento conocidos en la técnica. Tal como se mencionó anteriormente, la bodega posterior inferior 52 puede comprender una cubierta de carga posterior por debajo del piso de la cabina inferior 42 que puede recibir contenedores de carga de altura reducida 56, así como también carga a granel. El volumen del fuselaje 22 debajo del piso de la cabina inferior 42 que contiene la cubierta de carga posterior 52 puede incluir varios marcos, tales como puntales 58, los que sostienen el piso de la cabina inferior 42 y ayudan a absorber la energía de impacto en una zona de compresión 60 en el fondo del fuselaje 22 durante un aterrizaje forzoso. Preferiblemente, el fuselaje 22 incluye al menos aproximadamente 30 pulgadas verticales de estructura de fuselaje inferior entre la superficie superior del piso de la cabina inferior 42 y la superficie de quilla inferior 65 del fuselaje 22.

20 El fuselaje 22 también recibirá sistemas (no ilustrados), tales como sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, sistemas de iluminación, unidades de atención al pasajero y sistemas de emergencia, espacio de enrutamiento para ítems tales como cableado eléctrico, aviónica y controles de vuelo, sistemas de control, tubos neumáticos y/o hidráulicos y una variedad de características de cargas útiles e instalaciones tales como asientos, ventanas, baños, carros de cocina, almacenamiento, etc.

25 En el ejemplo ilustrado en las Figuras 1-3, el marco recubierto 54 que moldea la forma de corte transversal del fuselaje 22 es sustancialmente circular. Sin embargo, también son posibles otras formas de corte transversal, tal como una forma ovalada o circular por partes u otras formas de corte transversal no circulares. El fuselaje ilustrado 22 tiene una sección o cuerpo central principal 39 que es de corte transversal uniforme en líneas generales a lo largo de su longitud y con secciones o extremos ahusados 39, 41 que tienen una sección transversal de diámetro reducido. Las cabinas 32, 34, 36 se encuentran comprendidas en gran medida en la sección del cuerpo principal 37, pero pueden incluir partes que se extienden hacia los extremos ahusados 39, 41 del fuselaje 22.

35 Las Figuras 4 y 5 ilustran otra realización de un fuselaje 22 con una cabina en niveles 35 en la que las cabinas apiladas superior e inferior 34, 36 se encuentran ubicadas en la parte delantera del fuselaje 22, entre el cajón del ala 48 y la cabina de mando 22. En este ejemplo, la cubierta de carga delantera 46 es de altura reducida para ajustarse a la altura para personas de pie requerida en las cabinas superior e inferior 34 y 36 que se encuentran apiladas encima de la cubierta de carga delantera 46. La cabina principal 32 se ubica en una sección posterior del fuselaje 22, encima del cajón del ala 48, el compartimento del tren de aterrizaje principal 50 y la bodega de carga posterior 52, la que puede tener una altura mayor que la de la cubierta de carga delantera 46 a fin de recibir contenedores de carga de tamaño completo. En este ejemplo, puede ser posible una bodega de carga adicional 70 detrás de la cubierta de carga posterior 52 para almacenar cargas a granel. Las cabinas superior e inferior 36 se encuentran conectadas con la cabina posterior principal 32 mediante dos escaleras 44.

45 La Figura 5 ilustra un diseño de asientos para la aeronave que se muestra en la Figura 4, en el que se proveen tanto la cabina superior como inferior 34, 36 con los asientos 62 ordenados en una configuración de filas de 7 asientos de doble pasillo. Tal como se mencionó anteriormente, la cubierta de carga delantera 46 es de altura reducida, adecuada para transportar el almacenamiento a granel. Asimismo, de manera similar a la realización que se muestra en las Figuras 1-3, el volumen del fuselaje 22 debajo del piso de la cabina inferior 42 puede incluir varias estructuras de refuerzo absorbentes de energía, tales como puntales 58 para absorber la energía de impacto durante un aterrizaje forzoso. Debería observarse en este caso que la configuración de corte transversal que se muestra en la Figura 5 podría combinarse con el diseño en niveles de la Figura 2 y la configuración de corte transversal de la Figura 3 podría combinarse con el diseño en niveles de la Figura 4 en otras realizaciones diversas.

55 A continuación, se hace referencia a la Figura 6 que ilustra una aeronave 20 con un fuselaje 22 provisto de una cabina en niveles 35 similar a la que se muestra en las Figuras 1-3, pero con la provisión de una escalera adicional 44a en el extremo posterior del fuselaje 22 que permite que los pasajeros atraviesen las cabinas superior e inferior 34, 36 directamente, sin atravesar la cabina principal 22. Por lo tanto, los pasajeros pueden atravesar las cabinas superior e

inferior 34, 36 mediante el uso de las escaleras delanteras 44 o las escaleras posteriores 44a. Tal como se mencionó previamente, también puede ser posible proveer uno o más ascensores (no ilustrados) o escaleras mecánicas (no ilustradas) para permitir que los pasajeros atraviesen las cabinas 32, 34 y 36. En este ejemplo en particular, los asientos 62 se encuentran ordenados en una configuración de doble pasillo en las cabinas 32, 34 y 36. Se debe observar en este caso que debido a que las cabinas posteriores superior e inferior 34, 36 se encuentran ubicadas entre el cajón del ala 48 y el montaje de cola 28 (Figura 1), la salida de emergencia de los pasajeros a través de las puertas 55 en el fuselaje en ambas áreas de la cabina se encuentra despejado. Un elevador de carros 59 permite transportar verticalmente carros (no ilustrados) entre los pisos 42 y 44.

5

A continuación, se hace referencia a la Figura 7 que ilustra un diseño de cabina similar en líneas generales al que se ilustró en la Figura 6, pero en el que las escaleras delanteras 44 que conectan las cabinas inferior y superior posteriores 34, 36 con la cabina delantera principal 32 se encuentran espaciadas o escalonadas entre sí en dirección longitudinal del fuselaje de la aeronave 20. Las escaleras delanteras 44 comprenden escaleras dobles ascendentes divididas 44a y escaleras centradas descendentes muy amplias 44b. La configuración que se muestra en la Figura 7 también puede incluir medios elevadores de carros 59 para transportar carros de cocina entre los niveles de los pisos de la cabina 38, 40, 42.

10

15

La Figura 8 ilustra otro diseño de fuselaje que emplea una cabina en niveles 35, pero en el que la cabina posterior inferior 36 se adapta para transportar ya sea pasajeros o carga. En este ejemplo particular, el piso de la cabina inferior 42 ha sido adaptado para sostener pallets de carga 72. Sin embargo, el piso 42 se puede adaptar fácilmente para que se monten asientos de pasajeros en ellos. Esta configuración flexible permite que los clientes de la línea aérea cambien su combinación de carga útil y carga comercial en distintas rutas y misiones.

20

La Figura 9 ilustra otra realización del diseño para la cabina en niveles en el que se puede proveer la cabina del nivel principal con un arreglo de asientos de clase doble 32a o un arreglo de clase triple 32b. En este ejemplo, la cubierta posterior inferior 36 se adapta para transportar pallets de carga 72, de forma que se muestran siete pallets, pero pueden convertirse en distintas combinaciones de pallets de carga y asientos de pasajeros separados por una barrera de carga apropiada (no ilustrada).

25

La Figura 10 ilustra un llamado «avión de fuselaje ancho» o «avión jumbo» 20 con un fuselaje 22 provisto con una sección delantera de doble saliente 74 y una sección posterior 76 que tiene una forma de área de corte transversal reducida. La sección delantera 74 puede tener una sección transversal sustancialmente constante a lo largo de su longitud y tiene una altura de corona CH_1 , tal como se ilustra en la Figura 10A. La sección posterior 76 también puede tener una sección transversal sustancialmente uniforme a lo largo de su longitud y tiene una altura de corona CH_2 que es menor que la altura de corona CH_1 . La sección delantera 74 del fuselaje 22 incluye una cuarta cabina que comprende una cabina delantera del nivel superior 80 ubicada detrás de la cabina de mando 24, por encima de una primera cabina principal delantera 32. La cabina delantera del nivel superior 80 tiene un piso 81 y la cabina principal delantera 32 tiene un piso 83. Los pisos 81,83 pueden conectarse con unas escaleras (no ilustradas) ubicadas normalmente en el extremo delantero de las cabinas 32, 80 para permitir que los pasajeros y/o la tripulación atraviesen estas cabinas.

30

35

40

La aeronave 20 comprende adicionalmente una cabina en niveles 35 formada por las cabinas apiladas posteriores superior e inferior 34, 36 junto con la cabina delantera principal 32. Las cabinas apiladas superior e inferior 34, 36 están ubicadas detrás de la cabina delantera principal 32, sustancialmente en la sección posterior 76 del fuselaje 22 y puede incluir una cubierta de carga posterior de altura reducida 52 debajo de la cabina posterior inferior 36 que se encuentra espaciada en forma longitudinal de una cubierta de carga delantera 46 ubicada debajo de la cabina delantera principal 32. En esta realización, el piso 40 de la cabina posterior superior 34 está ubicado por encima del piso de la cabina delantera principal 83, pero por debajo del nivel del piso de la cabina delantera superior 81. Al igual que en realizaciones anteriores, la cabina delantera principal 32 se encuentra conectada con las cabinas posteriores superior e inferior 34, 36 mediante unas escaleras 44.

45

50

La Figura 11 ilustra, en mayor escala, un arreglo de escaleras 44 similar al que se ilustra en la Figura 2, en el que las dos escaleras 44 que conectan la cabina principal 32 con las cabinas inferior y superior posteriores 34, 36 se encuentran sustancialmente alineadas en la dirección longitudinal de la aeronave 20. La Figura 12 ilustra un diseño de escaleras en el que las escaleras 44 se encuentran espaciadas o escalonadas en forma longitudinal entre sí a fin de adaptarse a diversos arreglos de cabina, de manera similar a la realización que se muestra en la Figura 7.

55

La Figura 13 ilustra, en mayor escala, las escaleras posteriores 44c adyacentes al tabique posterior 86 que conectan las cabinas inferior y superior posteriores 34, 36 que se muestran en las realizaciones de las Figuras 6 y 7.

Las Figuras 14 y 15 ilustran otra realización de una configuración de cabina en niveles que comprende una cabina delantera principal 32 y cabinas posteriores inferior y superior 34, 36 que están conectadas por escaleras 44. No obstante, en este ejemplo, se provee un compartimento superior 82 encima de la cabina principal 44, el que puede ser empleado para cualquiera de varios fines, tal como un área de descanso a ser utilizada por la tripulación. Es posible acceder al compartimento superior 82 desde la cabina posterior superior 34 mediante escaleras o escalones 84 que se extienden entre el piso de la cabina superior 40 y el compartimento 82. La colocación del compartimento del área de descanso para la tripulación 82 encima de la cabina principal 32 elimina la necesidad de un área de descanso semejante en el piso de la cabina principal 38, de forma que se libera espacio adicional que puede ser empleado por asientos de pasajeros. De forma opcional, es posible proveer medios de salida alternativos (no ilustrados) que conectan el compartimento superior 82 con la cabina principal 44 para uso de emergencia o regular.

A continuación, con referencia a las Figuras 16A-16C, tal como se mencionó anteriormente, se puede proveer un ascensor o medio de transporte similar 90 en la aeronave 20 a fin de transportar pasajeros, carga, carros de cocina, sillas de rueda y similares entre los pisos de la cabina 38, 40, 42. Tal como se muestra en la Figura 15A, el ascensor 90 está ubicado en el nivel del piso de la cabina superior 40, lo que permite la carga/descarga, tal como lo muestra la flecha 92. En la Figura 16B, se muestra que el ascensor 90 descendió al nivel del piso de la cabina principal 38, de forma que transporta pasajeros, etc. desde la cabina posterior superior 34 hasta la cabina principal 32. La Figura 15C muestra el ascensor 90 que descendió más al nivel del piso de la cabina posterior inferior 42. Es posible configurar ascensores o dispositivos elevadores de carros alternativos con dos puertas (como se ilustró) o con una sola puerta.

A continuación, se hace referencia a la Figura 17 que ilustra una parte trasera de una aeronave 20 con una cabina en niveles 35 según las realizaciones descritas. En este ejemplo, la aeronave 20 tiene una línea de flotación imaginaria 96 que representa el nivel de agua en la aeronave 20 en caso de que deba amerizar sobre un cuerpo de agua, en el que la aeronave 20 flotaría durante un período de tiempo. La cabina posterior inferior 36 se puede ubicar en forma parcial debajo de la línea de flotación 96. A fin de permitir la salida de emergencia de pasajeros, se proveen puertas divididas en forma horizontal 94 en el fuselaje 22 en el nivel de la cabina inferior 36. Cada una de las puertas 94 incluye partes superiores e inferiores 94a, 94b que se pueden abrir y cerrar independientemente. Es posible abrir ambas partes 94a, 94b cuando se utilizan normalmente en tierra. Sin embargo, al realizar evacuaciones en agua, solamente se abre la parte superior 94a para que los pasajeros puedan trepar sobre el umbral superior de la parte inferior 94b de la puerta 94 con el objetivo de evacuar la aeronave 20 en una balsa o balsa lateral (no ilustrada). La parte inferior de la puerta 94b que, por encontrarse parcialmente por debajo de la línea de flotación 96, permanece cerrada para prevenir el ingreso de agua mientras que los pasajeros pueden salir de la cabina 36, al tiempo que la parte superior de la puerta 94a se encuentra abierta. Si durante la evacuación se utilizan balsas laterales, estas también se pueden desplegar sobre el umbral superior de la parte inferior 94b. Las puertas divididas 94, a las que se hace referencia como «puertas holandesas», se pueden emplear con cualquiera de las realizaciones previamente descritas.

En las Figuras 18-30 se muestran ilustraciones de varias realizaciones de una aeronave alternativa 100 que tiene un fuselaje 102 con una parte posterior 104 que tiene una cubierta doble en niveles. En varias configuraciones, dicha realización ayuda a optimizar el uso de volumen del fuselaje, al tiempo que cumple con los deseos de protección contra impactos y transporte de la carga. La cubierta doble posterior en niveles emplea un fuselaje 102 de corte transversal no uniforme con una quilla posterior descendida 106. Esta configuración reduce la capacidad de transporte de carga y aumenta la capacidad de pasajeros, al tiempo que mantiene el peso máximo al despegar y las características de vuelo de la aeronave sustancialmente sin modificar con relación a la aeronave base comparable. Al igual que las demás realizaciones descritas en la presente, las cubiertas de carga debajo de las áreas de asientos para pasajeros proveen zonas de compresión que absorben energía durante aterrizajes forzosos a fin de proteger a los pasajeros.

En la Figura 18 se muestra una vista en perspectiva de una realización de una aerolínea 100 con una doble cubierta posterior en niveles 104 de conformidad con la presente descripción. Tal como las aeronaves convencionales, en líneas generales, dicha aeronave incluye un fuselaje generalmente cilíndrico 102 con un montaje de alas principal 108 ubicado aproximadamente entre medio del fuselaje 102 con motores de reacción 110 sujetos a receptáculos debajo de las alas principales 108 para proveer propulsión y un montaje de cola 112 que incluye un timón 114 y ascensores 116 para el control de la aeronave. El fuselaje 102 de la aeronave 100 incluye una parte delantera 118 con una cabina de pasajeros delantera de un solo nivel 120, tal como se discute más adelante. Sin embargo, a diferencia de las aeronaves convencionales, esta aeronave 100 incluye una sección de fuselaje posterior 104 con una configuración de cabina de pasajeros de doble cubierta en niveles. La parte de doble cubierta comienza cerca de la región posterior del ala principal 108 y del carenado de ala a cuerpo/tren de aterrizaje 122 e incluye una cabina posterior superior 124 que se encuentra por encima del nivel de la cabina delantera 120 y una cabina posterior inferior 126 que se encuentra por debajo del nivel

de la cabina delantera 120. La cabina delantera 120 y cada una de las cabinas posteriores superior e inferior 124, 126 incluyen ventanas y puertas de la aeronave para el ingreso y la salida usuales y/o de emergencia. Las puertas asociadas a la cabina delantera 120 de la aeronave se designan 130, mientras que las puertas de la cabina posterior superior 124 se designan 130a y las puertas de la cabina posterior inferior 126 se designan 130b.

5

La Figura 19 es una vista en corte transversal de la parte delantera 118 de la aeronave 100 que se muestra en la Figura 18. Esta vista en corte transversal también representa las partes delanteras y posteriores del fuselaje de una aeronave base de fuselaje ancho con una única cubierta convencional 200, las que se muestran en la Figura 20, que es la base o el punto de partida de la aeronave de doble cubierta posterior en niveles 100. El fuselaje 102 de la parte delantera 118 tiene una forma generalmente cilíndrica e incluye una cabina de pasajeros delantera 120 con un piso o una cubierta 132 y una bodega de carga delantera 134 con una cubierta de carga delantera 136 ubicada por debajo de al menos una parte del piso 132 de la cabina de pasajeros delantera 120 y por encima de la quilla 138 de la parte de fuselaje delantera 118. Es posible configurar a cubierta de carga delantera 136 para recibir contenedores de carga estándares 140, tal como se muestra, o es posible colocar la carga en la bodega de carga sobre pallets, a granel o de otras maneras.

10

15

En la Figura 20 se muestra un diagrama de línea central parcial de una aeronave base 200 con un fuselaje de cubierta única convencional 202. Esta figura también ayuda a ilustrar algunos de los cambios que se relacionan con el fuselaje posterior 104 de la aeronave de doble cubierta posterior en niveles 100 según la presente descripción. El fuselaje 202 de la aeronave base 200 incluye en general una parte delantera 204 y una parte posterior 206. La parte delantera 204 puede definirse para incluir la sección sobre el ala 208. La parte posterior 206 puede dividirse adicionalmente en una sección constante posterior 210, una sección ahusada posterior 212 y un montaje de cola 213. La sección constante posterior 210 presenta la configuración de corte transversal general que se muestra en la Figura 19. La sección sobre el ala 208 tiene una forma que cambia respecto a la de la Figura 19 mediante el carenado de ala a cuerpo/tren de aterrizaje 214 que contiene la estructura de cajón del ala 216 y el compartimento del tren de aterrizaje principal 218 a fin de contener el tren de aterrizaje principal 220, pero que, de lo contrario, es idéntica a la que se muestra en la Figura 19. El montaje de cola 213 puede ser una sección de cono de cola sin presurizar. Normalmente, las aeronaves comerciales incluyen un cono de cola sin presurizar que se encuentra conectado a la extremidad trasera del fuselaje presurizado y puede incluir dispositivos mecánicos y eléctricos, tales como accionadores y similares, para controlar el timón y los ascensores de la aeronave. Esta sección de cono de cola está diseñada con una forma geométrica que coincide con los ángulos de ahusamiento de la parte trasera del fuselaje de la aeronave, tal como se discute más adelante. Es decir, la sección de cono de cola sin presurizar 213 se encuentra conectada a la parte más posterior del fuselaje posterior 206 y tiene una superficie inferior que define una continuación de la superficie inferior inclinada de la parte más posterior del fuselaje.

20

25

30

35

La parte delantera 204 del fuselaje 202 incluye una bodega de carga delantera 222 debajo de una parte delantera de la cabina principal 224 (que corresponde a la cabina de pasajeros delantera 120 de la Figura 19) y la parte posterior 206 del fuselaje 202 incluye una bodega de carga posterior 226 debajo de una parte posterior de la cabina principal 224. Ambas bodegas de carga 222, 226 se colocan por encima de la quilla 228 de la aeronave (es decir, el punto más bajo a lo largo de la panza de la aeronave), lo cual se encuentra a una elevación sustancialmente constante a lo largo de la longitud de la aeronave 200, excepto en la sección ahusada posterior 212, en la que la quilla 228 se ahúsa hacia arriba en un ángulo α . Este ángulo ahusado de la quilla posterior 228 hace posible el despegue y el aterrizaje de la aeronave 200, al tiempo que se evita que el montaje de cola 213 golpee la pista. La línea de quilla ahusada 228 hace que la bodega de carga posterior 226 se ahúse a menor tamaño hacia el extremo trasero del fuselaje 202. La línea de flotación 230 de la aeronave 200 también se muestra en la Figura 20. Tal como se observó anteriormente, la línea de flotación puede representar el nivel de flotación pretendido de la aeronave 200 en condiciones de amerizaje. Es posible hacer referencia a esto como la línea de flotación en amerizaje. Al mismo tiempo, en la industria aeronáutica también se emplea la expresión «línea de flotación» para hacer referencia a cualquier plano horizontal o dato con respecto al fuselaje de la aeronave y se puede ubicar en varios niveles con respecto a la aeronave, no necesariamente la línea de flotación en amerizaje que es el nivel de agua anticipado real en condiciones de amerizaje.

40

45

50

Nuevamente, con referencia a la vista de corte transversal de la Figura 19 que se aplica a la parte delantera 118 del fuselaje 102 de la aeronave 100 en la Figura 18 y a las partes delanteras y posteriores 204, 206 de la Figura 20, el piso de pasajeros principal 132 sostiene asientos de pasajeros 142 y pasajeros 144, y la cabina de pasajeros 120 incluye un cielorraso 146 que sostiene los cestos de almacenamiento 148 para equipaje de mano, etc. Tal como se puede observar en la vista de la Figura 19, existe un espacio sustancial sobre el techo 150 del fuselaje por encima del techo de la cabina de pasajeros 146 que en gran medida es poco usado. En algunas aeronaves con fuselaje ancho, se usa una parte del espacio sobre el techo con fines de descanso de la tripulación (se muestra y se describe más adelante y con relación a la Figura 15) y de almacenamiento (por ejemplo, almacenamiento de carros de cocina, etc.), pero normalmente tales

55

usos no absorben todo este espacio sobre el techo, en particular en la parte posterior de la aeronave.

De manera ventajosa, la aeronave derivada 100 descrita en la presente, una realización de la cual se muestra en la Figura 18, utiliza el espacio sobre el techo 150 que de otra manera no sería usado en la parte posterior 104 del fuselaje de la aeronave 102 para proveer una configuración de cabina de pasajeros de doble cubierta sin aumentar en forma sustancial el peso máximo al despegar o carga en el ala. Tal como se describió anteriormente, la aeronave 100 incluye un fuselaje 102 que tiene una primera cabina de pasajeros 120 con una primera puerta 132 ubicada en una parte delantera 118 del fuselaje 102 con una primera cubierta de carga 134 ubicada por debajo de al menos una parte de la primera cabina de pasajeros 120, tal como se ilustra en la Figura 19. De manera ventajosa, esta aeronave 100 incluye una cabina de doble cubierta en niveles, generalmente indicada en 152 en la parte posterior 104 del fuselaje 102.

El fuselaje trasero 104 de la aeronave derivada 100 es sustancialmente nuevo y tiene una configuración de doble cubierta en niveles con una cabina posterior superior 124 y una cabina trasera inferior 126. En la Figura 21 se muestra una vista de corte transversal de una realización de una parte de doble cubierta posterior 152 del fuselaje posterior de una aeronave 104 según la presente descripción. En la Figura 23 se ilustra un diagrama de línea central parcial del fuselaje 102 de dicha aeronave 100 y en la Figura 24 se ilustra un diagrama de vista de planta que muestra una configuración de carga y pasajeros para dicha aeronave. En la Figura 23 se ilustra un diagrama de línea central parcial del fuselaje 102 de dicha aeronave 100 y en la Figura 24 se ilustra un diagrama de vista de planta que muestra una configuración de carga y pasajeros para dicha aeronave. Se hace referencia a la configuración de la aeronave como una cubierta doble posterior en niveles debido a que ninguna de sus dos cabinas posteriores 124, 126, las que se ubican una sobre la otra, se encuentran en la misma elevación que la cabina de pasajeros delantera 120. Esta configuración provee una mayor capacidad de pasajeros con una reducción de compensación en la capacidad de carga que se considera aceptable e incluso, deseable en muchas rutas de aeronaves comerciales. Al mismo tiempo, la configuración de la sección transversal más profunda que se ilustra en las Figuras 18-30 provee una mayor capacidad de carga para una aeronave de cubierta doble posterior que las otras configuraciones de cubierta doble posterior descritas en la presente.

Es posible configurar la sección de cubierta doble posterior 152 en diversas formas. El nivel del suelo de la cabina principal 132, al que también se llama «primer piso», y la línea de flotación de la aeronave 154 se ilustran con líneas punteadas en la Figura 21. Se muestra la línea de flotación 154 de la aeronave de cubierta doble posterior en niveles 100 en sustancialmente la misma elevación respecto a la parte de fuselaje delantero 118 que la línea de flotación 230 de la aeronave base 200. La sección de fuselaje posterior 104 ilustrada en la Figura 21 incluye la segunda cabina superior 124 con un segundo piso o cubierta 156 sobre el nivel del primer piso 132 y la tercera cabina inferior 126 debajo de la segunda cabina superior 124 con un tercer piso o cubierta 158 debajo del nivel del primer piso 132. Una segunda bodega posterior 160 con una cubierta o piso de carga 162 se ubica en la parte posterior 104 del fuselaje 102 y debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior 126.

Cada una de la segunda y la tercera cabinas 124, 126 incluye asientos para pasajeros 142 y cestos de almacenamiento 148 para el equipaje de mano. Se ilustran pasajeros 144 como referencia de tamaño. En dicha realización, la segunda cabina superior 124 incluye asientos para pasajeros 142 en filas de siete, al tiempo que la tercera cabina inferior se configura para que los pasajeros se sienten en filas de ocho. Los cestos de almacenamiento exteriores 148a de la segunda cabina superior 124 se pueden ubicar aproximadamente a nivel del suelo 156 cerca de los asientos junto a las ventanas 142a en cada pasillo de pasajeros. Dicha configuración es, en parte, el resultado de la curvatura interna de la parte superior o sección superior 164 del fuselaje posterior 104 en la cabina superior 124 y también es, en parte, el resultado de puntales diagonales adicionales 166 provistos en la región externa de la cubierta superior 156. La curva interna de la sección superior 164 del fuselaje posterior 104 elimina en gran medida cualquier espacio para cestos de almacenamiento aéreos en el lado externo de la aeronave en la cabina superior 124 y limita la proximidad de los asientos externos 142a al fuselaje 104 debido a limitaciones de espacio sobre la cabeza. Simultáneamente, la ubicación y la geometría de los puntales diagonales 166 también limitan la proximidad de los asientos externos al fuselaje 104 de la aeronave 100. Estos dos factores contribuyen para reducir o eliminar una posible ubicación de cestos de almacenamiento a bordo, al tiempo que se genera un espacio no utilizado en otra forma que puede ser usado para los cestos de almacenamiento externos a nivel de suelo 148a.

En la Figura 21 se ilustra la extensión de los cambios realizados al fuselaje posterior 104 respecto a la línea de molde. La expresión «línea de molde» hace referencia al perfil transversal exterior del fuselaje y puede dividirse en una línea de molde superior que representa el perfil transversal de la sección superior 164, es decir, el fuselaje sobre la línea de flotación 154, y una línea de molde inferior 168 que representa el perfil transversal de la aeronave por debajo de la línea de flotación 154. La ubicación de la línea de flotación, y por lo tanto de la transición entre la sección superior 164 y la parte inferior de perfil modificado 168, puede variar. En algunas realizaciones, la elevación de la línea de flotación 154

que diferencia la sección de fuselaje modificado inferior 168 y la sección superior no modificada 164 puede encontrarse en el punto de ancho máximo del fuselaje 104. En otras realizaciones, la elevación de la línea de flotación 154 puede encontrarse sobre el carenado de ala a cuerpo 122. También se pueden emplear otras posiciones verticales para la línea de flotación.

5

El punto más bajo a lo largo de la línea de molde inferior 168 de la aeronave 100 es la quilla descendida 106. La sección superior 164 tiene una forma transversal sustancialmente constante (por ejemplo, generalmente semicircular) de la parte delantera a la posterior sobre la cabina delantera o primera cabina de pasajeros 120 y sobre la cabina en niveles 152. Sin embargo, tal como se puede ver en la Figura 21, se modifica la línea de molde exterior inferior 168 en comparación con la aeronave base 200. Específicamente, la quilla 106 de la aeronave 100 debajo de la segunda cubierta o cubierta de carga posterior 162 se hace descender respecto a la quilla 138 por debajo de la primera cubierta o cubierta de carga delantera 136. Se indica la extensión de dicho descenso mediante la dimensión D_1 ilustrada en la Figura 21. Se ilustra la elevación de la quilla 138 de la parte delantera 118 del fuselaje 102 con una línea punteada en la Figura 21 como el contorno de la línea de molde inferior 169 de la aeronave base.

10

15

La quilla descendida 106 de la parte posterior 104 de la aeronave 100 hace posible una bodega posterior mayor 160, incluso con la tercera cubierta descendida 158. Por este motivo, es posible configurar la bodega posterior 160 para colocar en ella contenedores de carga estándares 140, tal como se muestra, y no limitarse a la carga a granel. Por ejemplo, es posible configurar la segunda bodega 160 para colocar en ella contenedores de carga 140, tales como contenedores LD-1, LD-2, LD-3, LD-3-46, LD-3-46W, LD-3-45 y LD-3-45W. También es posible almacenar otros contenedores de carga, pallets con carga y carga a granel en la segunda cubierta de carga.

20

Tal como se ilustra en la Figura 24, en esta realización se configura la cubierta de carga posterior 160 para colocar en ella una fila de contenedores de carga estándares 140, en comparación con dos filas del mismo tipo de contenedores en la bodega delantera 134, tal como también se ilustra en la vista de corte transversal de la Figura 19. La segunda cubierta de carga 160 incluye el primer y el segundo puntal 170a, b que soportan el tercer piso inferior 158 en lados opuestos del fuselaje posterior 104. Es posible colocar en dicha bodega 160 los contenedores de carga 140 entre el primer y el segundo puntal y el espacio hacia afuera respecto al primer y el segundo puntal 170, externamente respecto al muelle de carga 160, puede contener, por ejemplo, equipamiento eléctrico y mecánico.

25

30

El fuselaje delantero 118 es sustancialmente el mismo que el del aeroplano base u original 200. El fuselaje posterior 104 tiene una sección superior 164 continua con el fuselaje delantero 118, pero se hace descender la quilla 106 o, en otras palabras, se profundiza la línea de molde inferior 168 de la panza de la aeronave. Dicha quilla descendida conlleva diversos beneficios. Por ejemplo, hace posible que el fuselaje posterior 104 transporte contenedores de carga estándares 140 (por ejemplo, contenedores LD-1 o LD-3, tal como se muestra en la Figura 21) y mejora la capacidad de evacuación en amerizaje de la aeronave. Dicha configuración de quilla descendida también mejora la resistencia al impacto de la aeronave al proveer una zona de impacto debajo de la sección de fuselaje posterior 104 y al reducir la capacidad de carga para compensar la mayor capacidad de pasajeros, el peso de fuselaje de la aeronave modificada puede ser menor, de forma que pueda reaccionar a cargas de momento de movimiento hacia arriba o hacia abajo de la cola horizontal, en comparación con la aeronave base 200.

35

40

Tal como es usual en aeronaves grandes, el fuselaje 102 incluye un carenado aerodinámico 122 en la región de unión del montaje de ala principal 108. El carenado aerodinámico 122 puede ser un carenado de ala a cuerpo, un carenado de tren de aterrizaje principal o una combinación de carenado de ala a cuerpo y tren de aterrizaje principal. Tal como resulta evidente en la Figura 23, el carenado aerodinámico 122 contiene la parte de la aeronave 100 que incluye el cajón del ala 123 y el compartimento del tren de aterrizaje principal 125 en el que se introduce el tren de aterrizaje principal 127 cuando se retrae durante el vuelo. También se puede asociar otra estructura con el carenado 122, tal como un equipo de aire acondicionado de la aeronave (no ilustrado), o puede estar contenida en este. En el extremo trasero del compartimento de tren de aterrizaje principal 125 se encuentra un tabique de compartimento de tren de aterrizaje posterior 129 que provee una pared estructural vertical en la aeronave y un tabique de presión entre la cabina posterior inferior 126 y la bodega posterior 160, las que se encuentran presurizadas, y el compartimento del tren de aterrizaje 125, el que no se encuentra presurizado.

45

50

En la aeronave 100 con la cubierta doble en niveles 152, se modifica el carenado 122 y varía entre la quilla de elevación estándar 138 de la parte delantera 118 del fuselaje 102 y la quilla descendida 106 de la parte posterior 104 del fuselaje 102. Es decir, el borde principal 172 del carenado 122 se encuentra al mismo nivel que la quilla delantera 138 de la aeronave, al tiempo que el borde de cola 174 del carenado se encuentra al mismo nivel que la quilla posterior descendida 106 de la aeronave 100. Por lo tanto, la superficie inferior usualmente horizontal y sustancialmente plana 176

55

del carenado 122 en esta aeronave sigue siendo generalmente plano, pero no es horizontal. En su lugar, la superficie inferior 176 del carenado de la aeronave 122 se inclina hacia abajo hacia la parte trasera de la aeronave 100, de forma que define una transición en la elevación entre la línea de quilla 138 de la parte de fuselaje delantera 118 y la quilla descendida 106 de la parte de fuselaje posterior 104.

5

La configuración de la cubierta de pasajeros y el tamaño y la forma de la bodega pueden variar en aeronaves de cubierta doble en niveles configuradas según la presente descripción. En la Figura 22 se muestra una vista de corte transversal de otra realización de una cubierta doble posterior en niveles 302 de una aeronave 300. Aunque no se muestran en la vista de la Figura 22, al igual que en las otras realizaciones anteriormente descritas, el fuselaje de la aeronave 300 puede incluir una parte delantera con una cabina principal y una primera cubierta o cubierta principal, y una bodega delantera debajo de al menos una parte de la cubierta principal. El fuselaje posterior 304 de la aeronave incluye una segunda cabina superior 306 con un segundo piso 308 sobre el nivel del primer piso y una tercera cabina inferior 310 debajo de la segunda cabina superior 306 con un tercer piso 312 debajo del nivel del primer piso. Una segunda bodega posterior 314 con una cubierta o piso 316 se ubica en el fuselaje posterior 304 y debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior 310.

10

15

El fuselaje posterior 304 tiene una sección superior 318 y una quilla descendida 320. Dicha configuración provee un descenso menor de la línea de quilla posterior 320 y del carenado aerodinámico 322, en comparación con la configuración de la Figura 21. En la Figura 22 se ilustran la quilla de aeronave base 138 y la línea de molde exterior inferior de la aeronave base 169, lo que muestra la diferencia de profundidad D_2 de la quilla descendida 320 respecto a la quilla 138 de la aeronave base. En el caso de un descenso menor de la quilla posterior 320, es posible configurar la bodega posterior 314 para que pueda recibir contenedores de carga LD3-45 o LD3-45W 324, en lugar de los contenedores LD1 o LD3 de los contenedores 140 que es posible colocar en la realización de la Figura 21. Se debe tener en cuenta que las diferentes magnitudes de descenso de quilla ilustradas en las Figuras 21 y 22, así como en cualquier otra parte de la presente, son meros ejemplos. Son posibles muchas configuraciones diferentes de una aeronave de quilla posterior descendida según la presente descripción.

20

25

Tal como en la realización de la Figura 21, cada una de la segunda y la tercera cabinas 306, 310 de la realización de la Figura 22 incluye asientos para pasajeros 326 y cestos de almacenamiento sobre la cabeza 328 para el equipaje de mano, la segunda cabina superior 306 tiene asientos para pasajeros 326 en filas de siete asientos, al tiempo que se configura la tercera cabina inferior con filas de ocho asientos para pasajeros. Los asientos para pasajeros externos 326a y los cestos de almacenamiento externos 328a para la segunda cabina superior 306 se configuran y se ubican en forma similar a lo ilustrado y descrito con referencia a la Figura 21.

30

Independientemente de si la configuración de cabina de cubierta doble es como la que se ilustra en la Figura 21 o 22 u otra configuración, la configuración geométrica de la aeronave de cubierta doble posterior en niveles descrita en la presente mantiene el ángulo de ahusamiento posterior de la aeronave base (200 en la Figura 20). Estas características se ilustran en la Figura 23, que provee un diagrama de línea central parcial del fuselaje 102 de una aeronave 100 con una cubierta doble posterior en niveles 152, con la parte delantera 118 y la parte posterior 104. La parte delantera 118 incluye la sección sobre el ala 178. La parte posterior 104 contiene la cubierta doble en niveles 152 y puede dividirse adicionalmente en una sección constante posterior 180, una sección ahusada posterior 212 y el montaje de cola 112. En general, la sección sobre el ala 178 incluye la parte del fuselaje en la región del carenado de ala a cuerpo 122 que incluye el cajón del ala 123 y el compartimento de rueda de tren de aterrizaje principal 125. Tal como se discutió anteriormente, la quilla 138 se encuentra a una primera elevación a lo largo de la parte de fuselaje delantera 118 y varía posteriormente en la sección sobre el ala 178 a la quilla descendida 106.

35

40

45

En la vista de la Figura 23, resulta evidente que la quilla descendida 106 varía en una superficie inferior inclinada hacia arriba 184 con un ahusamiento hacia arriba en un ángulo α en la sección ahusada posterior 182. Al igual que en el caso de la aeronave base (200 en la Figura 20), se selecciona esta superficie inferior inclinada hacia arriba 184 para permitir márgenes de golpe de cola de cuerpo posterior adecuados para el despegue y la maniobra de aterrizaje de la aeronave 100. Dicho ángulo de ahusamiento posterior α es sustancialmente el mismo que el ángulo de ahusamiento posterior correspondiente α de la aeronave base (200 en la Figura 20) y hace posible el despegue y el aterrizaje de la aeronave 100, al tiempo que se evita que el montaje de cola 112 golpee la pista. La línea de quilla ahusada 106 también hace que la bodega posterior 160 se ahúse a menor tamaño hacia el extremo trasero del fuselaje posterior 104.

50

55

Dicha configuración de la sección ahusada posterior 182 también hace posible que la aeronave derivada 100 utilice las secciones no presurizadas del fuselaje que son iguales a las de la aeronave base. Por ejemplo, el uso del mismo ángulo de ahusamiento posterior α hace posible utilizar el montaje de cono de cola no presurizado (213 en la Figura 20) de la

aeronave base (200 en la Figura 20) como el montaje de cola 112 de la aeronave modificada 100. Al mantener dichos ángulos iguales en la aeronave derivada 100 con una cubierta doble posterior 152, es posible utilizar la misma estructura de cono de cola en la aeronave derivada.

5 Por lo tanto, el fuselaje posterior 104 hace posible que los ángulos de cierre del aeroplano derivado 100 sean al menos comparables a los del aeroplano base. En consecuencia, todos los ángulos tangenciales en el extremo posterior del fuselaje presurizado 102 del aeroplano derivado 100 pueden ser iguales que en el aeroplano base (200 en las Figuras 19, 20), de forma que las consideraciones geométricas de despegue y aterrizaje (por ejemplo, ángulos de maniobra, etc.) pueden mantenerse sustancialmente iguales, al igual que la geometría de tren de aterrizaje, etc. La longitud del fuselaje de aeroplano derivado 102 puede ser sustancialmente la misma que la longitud del aeroplano base (200 en la Figura 20). De manera alternativa, la longitud puede variar respecto a la aeronave paquete, si se desea.

15 También se ilustra con líneas punteadas en la Figura 23 la línea de flotación de la aeronave 154 y la línea de quilla delantera 138. En esta realización, la línea de flotación 154 se encuentra a sustancialmente la misma elevación respecto a la quilla delantera 138, que la línea de flotación de amerizaje de la aeronave base (230 en la Figura 20). Tal como se indicó anteriormente, cada una de las cubiertas superior e inferior 124, 126 incluye ventanas 128 y puertas 130 de la aeronave para el ingreso y la salida usuales y/o de emergencia. En una realización, la tercera cabina inferior 126 incluye al menos una puerta de salida de pasajeros 130b con una altura de umbral de evacuación en amerizaje a un nivel por encima de la línea de flotación 154 de la aeronave 100. Con el fin de hacer posible la evacuación segura de la aeronave cuando flota en el agua, es deseable que las puertas de salida de emergencia por encima de la línea de flotación de amerizaje. En el caso en el que la línea de flotación de amerizaje 154 se encuentra por encima de la elevación de una cubierta de aeronave dada, es posible proveer al menos una puerta de salida de pasajeros 130b con una altura de umbral de evacuación en amerizaje a un nivel por encima de la línea de flotación 154 de la aeronave 100 en diversas formas. En un enfoque, es posible proveer las puertas 130b de la tercera cubierta inferior 126 con un dique de agua interno adyacente a la parte inferior de la puerta 130b, lo que hace posible abrir la puerta en condiciones de amerizaje sin que se inunde la tercera cubierta inferior 126. Dichas puertas son conocidas en la industria aeronáutica.

20 De manera alternativa, las puertas de salida de pasajeros 130b en la tercera cubierta inferior pueden ser puertas divididas en forma horizontal que incluyen una parte superior 131a y una parte inferior 131b que se pueden abrir y cerrar en forma independiente en la forma anteriormente descrita respecto a la Figura 17. Es posible abrir ambas partes 131a, 131b cuando se utilizan normalmente en tierra, pero al realizar evacuaciones en agua, solamente se abre la parte superior 131a para que los pasajeros puedan trepar sobre el umbral superior de la parte inferior 131b con el objetivo de evacuar la aeronave en una balsa o balsa lateral (no ilustrada). De esa forma, el umbral superior de la parte de puerta inferior 131b provee una altura de umbral que se encuentra por encima de la línea de flotación 154, lo que permite que se abra la parte superior de la puerta en condiciones de amerizaje sin peligro de que se inunde la tercera cubierta inferior 126.

30 La vista de la Figura 23 también ilustra el grado en el que difiere la línea de quilla inferior o modificada 106 respecto a la de la aeronave base e ilustra los contenedores de carga 140 en la bodega 160. En la Figura 24 se ilustra un diagrama de vista de planta que muestra la configuración de pasajeros y de carga para una aeronave con una cubierta doble posterior en niveles 152. Esta figura ilustra únicamente una de muchas configuraciones posibles de pasajeros y carga que se pueden utilizar, la correspondiente a una aeronave tipo Boeing 777 modificada para presentar una cubierta doble posterior en niveles 152. Resultará evidente que son posibles otras configuraciones para otras aeronaves y diferentes arreglos de asientos y de carga para esta aeronave.

45 Como se puede ver en la Figura 24, la parte delantera 118 del fuselaje 102 incluye un compartimiento delantero para descanso de la tripulación 186 con dos literas que se ubica en una parte del espacio sobre el techo (150 en la Figura 19) sobre una parte delantera de la primera cabina de pasajeros 120 y un compartimiento posterior para descanso de la tripulación 187 con ocho literas que se ubica en una parte del espacio sobre el techo 150 por encima de una parte posterior de la primera cabina de pasajeros 120. Se ilustra la cubierta de carga 136 tanto con carga en contenedores 140 como en pallets 188. La parte posterior de fuselaje 104 incluye la segunda cabina superior 124 y la tercera cabina inferior 126 con la bodega posterior 160 debajo de la tercera cabina. En la realización que se ilustra en la Figura 24, se configura la cubierta doble posterior en niveles 152 tal como se ilustra en la Figura 21, con filas de siete asientos para pasajeros 142 en la segunda cubierta superior 124 y en filas de ocho en la tercera cubierta inferior 126. Ambos casos representan la distribución usual de asientos de clase turista. La parte delantera 118 de la aeronave 100 se divide en clase turista, clase de negocios y primera clase. En dicha configuración, la aeronave tiene una capacidad total de pasajeros de 476 con 150 asientos de pasajeros 142 en la segunda cubierta superior 124 y 160 de dichos asientos en la tercera cubierta inferior 126. La vista también ilustra la única fila de contenedores de carga 140 en la bodega posterior 160.

En la Figura 25 se provee una ampliación del diagrama de línea central parcial de esta aeronave 100 que ilustra una región de transición 190 del fuselaje de la aeronave, en la que el fuselaje cambia de una parte delantera de cubierta simple 118 a la parte posterior 104 con cubierta doble 152. En la Figura 26 se ilustra una vista en perspectiva de una parte de un fuselaje de aeronave 102 en la región de transición 190. En la Figura 23 también se delinea la región de transición 190. La ubicación en la que la cubierta doble posterior 152 comienza en el fuselaje 102 puede variar. Las dos ubicaciones posibles incluyen tabique de presión de compartimento de rueda posterior 129 y la sección central de ala delineadas por la línea 192 en las Figuras 23 y 25, y la región posterior del carenado de ala a cuerpo 122, tal como el borde de cola 174 de carenado de ala a cola, por ejemplo. También se pueden seleccionar otras ubicaciones de transición. En las realizaciones ilustradas en las Figuras 25 y 26, se dividen las partes delantera y posterior del fuselaje 118, 104 se dividen en el tabique de compartimento de rueda posterior 129. En la ubicación de este tabique de presión de compartimento de rueda posterior 129, la cubierta principal 132 termina y las cubiertas posteriores inferiores 156, 158 comienzan. Se provee una escalera 194 para pasar entre la cubierta principal 132 y las cubiertas posteriores en niveles 156, 158. Una parte de la escalera 194a sube desde la cubierta principal 132 a la segunda cubierta superior 156 y otra parte de la escalera 194b desciende desde la cubierta principal 132 a la tercera cubierta inferior 158. Es posible configurar la escalera en niveles 194 de manera similar a cualquiera de las realizaciones descritas en la presente. También se puede proveer una segunda escalera similar (no ilustrada) en el extremo posterior de la cabina en niveles en forma similar a lo ilustrado y descrito respecto a las Figuras 6, 7 y 13 anteriores.

La vista en perspectiva de la Figura 26 pretende ilustrar un arreglo estructural representativo de una estructura de fuselaje 102 que puede transportar cargas de diseño de aeronave en la región de transición 190 entre la cabina de pasajeros principal única 120 y la región de cubierta de pasajeros en niveles 152. En esta vista se ilustran las escaleras en niveles 194 anteriormente descritas, al igual que un elevador 196 que se puede utilizar para conectar las cubiertas en diferentes niveles. Se puede configurar dicho elevador 196 para ser utilizado por pasajeros, por la tripulación y para transportar otros ítems (por ejemplo, carros de cocina) entre la primera cubierta principal 132 y las cubiertas superior e inferior 156, 158. Es posible configurar y operar el elevador 196 en una forma similar a la anteriormente ilustrada y descrita respecto a las Figuras 16A-C y en otras partes de la presente. Resultará evidente para los expertos en la técnica que es posible aplicar configuraciones estructurales alternativas en varias realizaciones de la sección de transición de fuselaje 190.

La vista de la Figura 26 ilustra los puntales diagonales 166 conectados entre las paredes de fuselaje exteriores 198 y la cubierta superior 156 y algunos puntales verticales 167 y soportes diagonales 169 adicionales provistos en la región de las escaleras 194, los que ayudan a dar sostén a la escalera 194 y aumentan la resistencia de la estructura de fuselaje de la aeronave 102 en la región de transición 190. Resulta beneficioso que sea posible diseñar la estructura del tercer piso o cubierta inferior 158 de esta sección de fuselaje posterior 104 para actuar con tensión para resistir las cargas de presurización que actúan sobre las paredes laterales 198 del fuselaje 102 cuando este se presuriza. Esto puede ser deseable debido a la mayor extensión y la curvatura posiblemente reducida de la parte inferior del fuselaje posterior 104 (es decir, la parte del fuselaje posterior 104 a lo largo de la línea de molde inferior 168), los que son factores que afectan su resistencia como depósito bajo presión.

Se ilustra otra realización de una aeronave 400 con una cubierta doble posterior en niveles 402 en las Figuras 27-30. En la Figura 27 se muestra una vista de lado derecho posterior de dicha aeronave 400 y la Figura 28 provee una vista de corte transversal de la sección de fuselaje posterior 404. En esta realización, la aeronave incluye una cubierta doble posterior en niveles, indicada en líneas generales en 402, que incluye dos puertas 408a, cada una en el lado derecho de la cabina posterior superior 410 y dos puertas 408b en el lado derecho de la cabina posterior inferior 412. En esta realización, se hace descender la quilla 414 una cantidad similar a la de la realización de la Figura 21, pero la línea de molde inferior 416 del fuselaje es más redondeada en el lado inferior e incluye una pared estructural más delgada 418, lo que resulta en que el espacio interior aprovechable 412 es ligeramente más amplio. En consecuencia, esta realización incluye asientos para pasajeros 420 en filas de siete en la segunda cubierta superior 410 y en filas de nueve en la tercera cubierta inferior 412, lo que genera una capacidad general de pasajeros mayor. El diagrama de vista de plano de la Figura 30 muestra que dicha aeronave 400 tiene una capacidad total de pasajeros de 479 con 142 asientos de pasajeros 420 en la segunda cubierta superior 410 y 168 de los asientos en la tercera cubierta inferior 412. Al igual que en la realización de la Figura 21, se configura la segunda cubierta de carga 422 para colocar en ella contenedores de carga LD-1 o LD-3 424 en una única fila.

Tal como se puede observar en el diagrama de línea central de la Figura 29, la geometría exterior de esta aeronave 400 retiene y protege el ángulo de ahusamiento posterior 426 de la aeronave base, al igual que las otras realizaciones descritas en la presente, de forma que retiene las características de despegue y aterrizaje de la aeronave base y permite

5 que la sección de cono de cola no presurizada 428 en esta aeronave sea la misma que la de la aeronave base. Se mantiene el ángulo de ahusamiento posterior α de la aeronave base mediante el ajuste de las longitudes relativas de la sección constante posterior 430 y la sección de ahusamiento posterior 432 en comparación con la aeronave base. Al utilizar una longitud mayor de sección de ahusamiento posterior 432 y una longitud menor de sección constante posterior 430, tal como se muestra en la Figura 29, los márgenes angulares de golpe de cola para el despegue y el aterrizaje permanecen sustancialmente no modificados en comparación con la aeronave base.

10 Quienes conozcan las operaciones aeronáuticas y el mantenimiento en tierra de las aeronaves reconocerán que una aeronave con cubierta doble posterior en niveles como se describe en la presente podría involucrar un arreglo de equipamiento de mantenimiento en tierra diferente a la aeronave base, debido a diferentes características de carga y pasajeros, ubicación de las puertas, etc. Los expertos en la técnica podrán determinar arreglos de mantenimiento y acceso adecuados para dichas aeronaves que no se considerarán en detalle alguno en la presente.

15 La aeronave con cubierta doble posterior en niveles descrita en la presente puede proveer un miembro familiar adicional a una familia aeronáutica comercial. Es posible cambiar la sección de fuselaje posterior de una configuración simple a una configuración de cubierta doble de pasajeros de un aeroplano comercial base u original con cambios relativamente pequeños del armazón de la aeronave y pocos cambios o ningún cambio de las características de rendimiento de la aeronave mediante el uso de una sección transversal más profunda (o más alta), lo que aumenta la capacidad de pasajeros de la aeronave. Al mismo tiempo, la sección transversal profundizada hace posible el uso de contenedores de carga estándares en la bodega posterior, en lugar de limitar la aeronave a la carga a granel en la bodega posterior. Esta configuración es particularmente aplicable a aeronaves de cuerpo ancho, aunque también podría aplicarse a otras aeronaves.

25 Por lo tanto, la presente descripción presenta un método para modificar una aeronave base de una configuración de cubierta simple a una configuración de cubierta doble posterior de pasajeros, pero con la capacidad de aceptar contenedores de carga estándares en una bodega debajo de la cubierta posterior inferior. Tal como se discutió anteriormente, la aeronave base incluye un fuselaje con una sección superior y una quilla, y una primera cabina con un primer piso a un nivel sustancialmente constante en una parte delantera del fuselaje. Además, la aeronave base incluye una bodega delantera ubicada debajo del primer piso y tiene una capacidad de pasajeros base, una capacidad de carga base, un peso máximo al despegue y una geometría de superficie de vuelo.

35 El método involucra hacer descender una parte posterior de la quilla al tiempo que se mantiene la sección superior sustancialmente constante de la parte delantera a la posterior y proveer una cabina en niveles en la parte posterior del fuselaje. Tal como se discutió anteriormente, la cabina en niveles incluye una segunda cabina superior con un segundo piso sobre el nivel del primer piso y una tercera cabina inferior debajo de la segunda cabina superior con un tercer piso debajo del nivel del primer piso. El método también incluye proveer una bodega posterior en la parte posterior descendida del fuselaje y debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior. Es posible configurar la bodega posterior para colocar en ella contenedores de carga seleccionados del grupo que consiste en, por ejemplo, contenedores LD-1, LD-2, LD-3, LD-3-46, LD-3-46W, LD-3-45 y LD-3-45W.

40 Resulta beneficioso que la aeronave modificada tenga una capacidad de pasajeros mayor que la capacidad de pasajeros base y una capacidad de carga menor que la capacidad de carga base, al tiempo que mantiene el peso máximo al despegue y la geometría de superficie de vuelo sustancialmente constantes. La producción de esta aeronave modificada o derivada también puede incluir la etapa de provisión de una superficie interior inclinada hacia arriba de la parte más posterior de la quilla, de forma que la parte más posterior de la aeronave tenga una superficie interior inclinada hacia arriba seleccionada para hacer posibles márgenes de golpe de cola de cuerpo posterior adecuados para el despegue y el aterrizaje de la aeronave. Dichos márgenes de golpe de cola pueden ser sustancialmente los mismos que los de la aeronave base.

50 El método también puede incluir la provisión de una transición de carenado aerodinámico entre la quilla de la parte delantera del fuselaje y la quilla descendida de la parte posterior del fuselaje. El carenado aerodinámico puede ser, por ejemplo, un carenado de ala a cuerpo, un carenado de tren de aterrizaje principal o una combinación de carenado de ala a cuerpo y tren de aterrizaje principal. También es posible modificar la aeronave base mediante la provisión de una puerta de salida de pasajeros en la tercera cabina inferior con una altura de umbral de evacuación en amerizaje a un nivel por encima de la línea de flotación asociado con condiciones de amerizaje de la aeronave, tal como se discutió anteriormente.

Por lo tanto, la aeronave con cubierta doble posterior en niveles y el método descritos en la presente provee una

- solución novedosa para la reconfiguración de una aeronave de pasajeros de cubierta simple y cuerpo ancho en una aeronave de pasajeros derivada con una cantidad de pasajeros mucho mayor y cierta reducción en la capacidad de carga de entrada. Dichos cambios respecto al aeroplano de pasajeros original o base pueden hacer posible la cobertura de un mercado de traslado aéreo más amplio por un costo relativamente moderado y con relativamente bajo riesgo desde un punto de vista de desarrollo de productos. Esta configuración ofrece una vía práctica para aumentar en forma dramática la carga de pasajeros y reducir el consumo de combustible por asiento por kilómetro, y reducir los costos operativos relativos al aeroplano por asiento por kilómetro con cambios únicamente moderados de la estructura de la aeronave solo en el área del fuselaje. La mayoría de los componentes del aeroplano base u original pueden permanecer sin modificaciones, lo que incluye la cabina de mando, fuselaje delantero, alas, motores, tren de aterrizaje, cola (cola vertical y cola horizontal) y cono de cola/cierre del fuselaje posterior. Por lo tanto, el costo de desarrollo de esta aeronave modificada es relativamente bajo y los problemas de certificación se aplican en su mayoría a la estructura de fuselaje de aeroplano derivado y únicamente algunos sistemas aeronáuticos debido a que es posible mantener el peso máximo al despegue y las cargas de diseño de cola y ala sustancialmente igual a la aeronave base, si se desea.
- 5
- 10
- 15 Según un aspecto de la presente descripción, se provee una aeronave comercial modificada que comprende una sección superior sustancialmente idéntica a una sección superior de una aeronave base, una parte de fuselaje delantero sustancialmente idéntica a la aeronave base con una primera cabina con un primer nivel de suelo, una parte de fuselaje posterior con una quilla descendida en comparación con la aeronave base, una cabina en niveles posterior en la parte de fuselaje posterior que incluye una cabina superior con un segundo piso sobre el nivel del primer piso y una tercera cabina inferior por debajo de la segunda cabina superior y con un tercer piso por debajo del nivel del primer piso, y una cubierta de carga posterior en la parte posterior descendida del fuselaje y por debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior, en la que la aeronave modificada tiene una capacidad de pasajeros mayor que una capacidad de pasajeros de la aeronave base y una capacidad de carga menor que una capacidad de carga de la aeronave base.
- 20
- 25 En forma beneficiosa, cuando la quilla descendida cambia a una superficie inferior inclinada hacia arriba de una parte más posterior de la quilla, en la que la inclinación hacia arriba de la superficie inferior provee un margen de golpe de cola de cuerpo posterior sustancialmente idéntico a un margen angular de golpe de cola de la aeronave base.
- 30 El que la aeronave comprenda adicionalmente una sección de cono de cola no presurizada unida a la parte más posterior del fuselaje y sustancialmente idéntica a una sección de cono de cola no presurizada de la aeronave base, y que tenga una superficie inferior que define una continuación de la superficie inferior inclinada hacia arriba de la parte más posterior del fuselaje resulta beneficioso.
- 35 También resulta beneficioso que la aeronave comprenda adicionalmente un carenado modificado de la panza del fuselaje que define una transición entre la quilla de la parte de fuselaje delantera y la quilla descendida de la parte de fuselaje posterior, con carenado modificado de al menos uno de carenado de ala a cuerpo, un carenado de tren de aterrizaje principal y un carenado de cobertura de sistema de aire acondicionado.
- 40 En forma beneficiosa para la aeronave, se configura la bodega posterior para colocar en ella contenedores de carga seleccionados del grupo que consiste en contenedores LD-1, LD-2, LD-3, LD-3-46, LD-3-46W, LD-3-45 y LD-3-45W.
- 45 Aunque se han descrito realizaciones de la presente descripción respecto a determinados ejemplos de realizaciones, se debe entender que las realizaciones específicas tienen fines ilustrativos y no taxativos, y los expertos en la técnica podrán pensar en otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una aeronave capaz de transportar pasajeros y carga que comprende:
 - 5 un fuselaje (22) con una sección superior (164) y una quilla (106), una primera cabina de pasajeros (120) con un primer piso (132) ubicada en la parte delantera del fuselaje (22), una primera cubierta de carga (134) ubicada debajo de al menos una parte de la primera cabina de pasajeros (120), una cabina en niveles (35) ubicada en una parte posterior del fuselaje (22) y que incluye una segunda cabina superior (124) con un segundo piso (156) sobre el nivel del primer piso (132) y una tercera cabina inferior (126) debajo de la segunda cabina superior (124) con un tercer piso (158) por debajo del nivel del primer piso (132), y
 - 10 una segunda cubierta de carga (160) ubicada en la parte posterior del fuselaje (22) y debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior (126),
 - 15 donde la sección superior (164) tiene una forma transversal sustancialmente constante desde la parte delantera a la posterior sobre la primera cabina de pasajeros (120) y la cabina en niveles (35), y **caracterizado por que** se hace descender la quilla (106) debajo de la segunda cubierta de carga (160) en comparación con la quilla (106) debajo de la primera cubierta de carga (134).
 - 20 2. Una aeronave según la reivindicación 1, donde la quilla descendida (106) varía a una superficie inferior inclinada hacia arriba (184) de una parte más posterior del fuselaje (22) con una superficie inferior inclinada hacia arriba seleccionada para hacer posibles los márgenes de golpe de cola de cuerpo posterior adecuados para el despegue y el aterrizaje de la aeronave.
 - 25 3. Una aeronave según la reivindicación 2 que adicionalmente comprende una sección de cono de cola no presurizada (213) unida a la parte más posterior del fuselaje (22) y con una superficie inferior que define una continuación de la superficie inferior inclinada hacia arriba (184) de la parte más posterior (104) del fuselaje (22).
 - 30 4. Una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde uno de un tabique de presión de compartimento de rueda posterior (129), una sección central de ala principal (192) y una región posterior de un carenado de ala a cuerpo (122) divide las partes delantera y posterior (104) del fuselaje (22).
 - 35 5. Una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 que adicionalmente comprende un carenado aerodinámico (122) que varía entre la quilla (106) de la parte delantera del fuselaje (22) y la quilla descendida (106) de la parte posterior del fuselaje (22), y el carenado aerodinámico (122) comprende uno de (i) un carenado de ala a cuerpo, (ii) un carenado de tren de aterrizaje principal y (iii) una combinación de carenado de tren de aterrizaje principal y ala a cuerpo.
 - 40 6. Una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 que adicionalmente comprende una puerta de salida de pasajeros (130b) en la tercera cabina inferior (126) con una altura de umbral de evacuación en amerizaje en un nivel por encima de una línea de flotación de amerizaje asociado a condiciones de amerizaje de la aeronave.
 - 45 7. Una aeronave según la reivindicación 6, donde la puerta de salida de pasajeros (130b) incluye partes superiores (131a) e inferiores (131b) que se pueden abrir en forma independiente una de la otra.
 - 50 8. Una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde se diseña el tercer piso inferior (158) para que actúe en tensión para resistir a las cargas de presurización que actúan sobre las paredes laterales del fuselaje (22) cuando este se presuriza.
 - 55 9. Una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde se configura la segunda cubierta de carga (160) para colocar en ella contenedores de carga estándares y que adicionalmente comprende primeros puntales que dan sostén al tercer piso inferior (158) en un primer lado del fuselaje (22) y segundos puntales que dan sostén al tercer piso inferior (158) en un segundo lado del fuselaje (22), y donde se pueden colocar en la segunda cubierta de carga (160) los contenedores de carga entre los primeros puntales y los segundos puntales.
 10. Un método para modificar una aeronave base que comprende un fuselaje (22) que incluye una sección superior (164) y una quilla (106), una primera cabina con un primer piso (132) a un nivel sustancialmente constante en una parte delantera del fuselaje (22), una bodega delantera (46) ubicada por debajo del primer piso (132) y una capacidad de

pasajeros base, una capacidad de carga base, un peso máximo al despegue y una geometría de superficie de vuelo, y dicho método comprende:

- 5 hacer descender una parte posterior de la quilla (106) al tiempo que se mantiene la sección superior (164) sustancialmente constante de la parte delantera a la posterior,
proveer una cabina en niveles (35) en una parte posterior del fuselaje (22) y que incluye una segunda cabina superior (124) con un segundo piso (156) sobre el nivel del primer piso (132) y una tercera cabina inferior (126) debajo de la segunda cabina superior (124) con un tercer piso (158) por debajo del nivel del primer piso (132), y
10 proveer una cubierta de carga posterior (52) en la parte posterior descendida del fuselaje (22) y debajo de al menos una parte de la tercera cabina inferior (126),

donde la aeronave modificada tiene una capacidad de pasajeros mayor que la capacidad de pasajeros base y una capacidad de carga menor que la capacidad de carga base.

- 15 11. Un método según la reivindicación 10 que adicionalmente comprende la provisión de una superficie inferior inclinada hacia arriba (184) de una parte más posterior de la quilla (106) con una superficie inferior inclinada hacia arriba seleccionada para hacer posibles los márgenes de golpe de cola de cuerpo posterior adecuados para el despegue y el aterrizaje de la aeronave.
- 20 12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11 que adicionalmente comprende la provisión de carenado aerodinámico (122) que varía entre la quilla (106) de la parte delantera del fuselaje (22) y la quilla descendida (106) de la parte posterior del fuselaje (22), y el carenado aerodinámico (122) comprende uno de (i) un carenado de ala a cuerpo, (ii) un carenado de tren de aterrizaje principal y (iii) una combinación de carenado de tren de aterrizaje principal y ala a cuerpo.
- 25 13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10-12 que adicionalmente comprende una puerta de salida de pasajeros (130b) en la tercera cabina inferior (126) con una altura de umbral de evacuación en amerizaje en un nivel por encima de un nivel de agua de amerizaje asociado a condiciones de amerizaje de la aeronave.

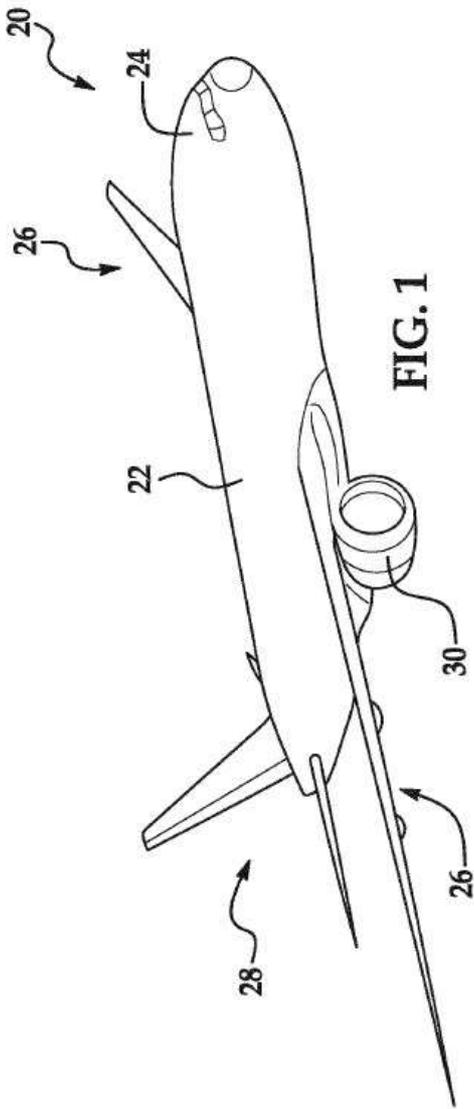


FIG. 1

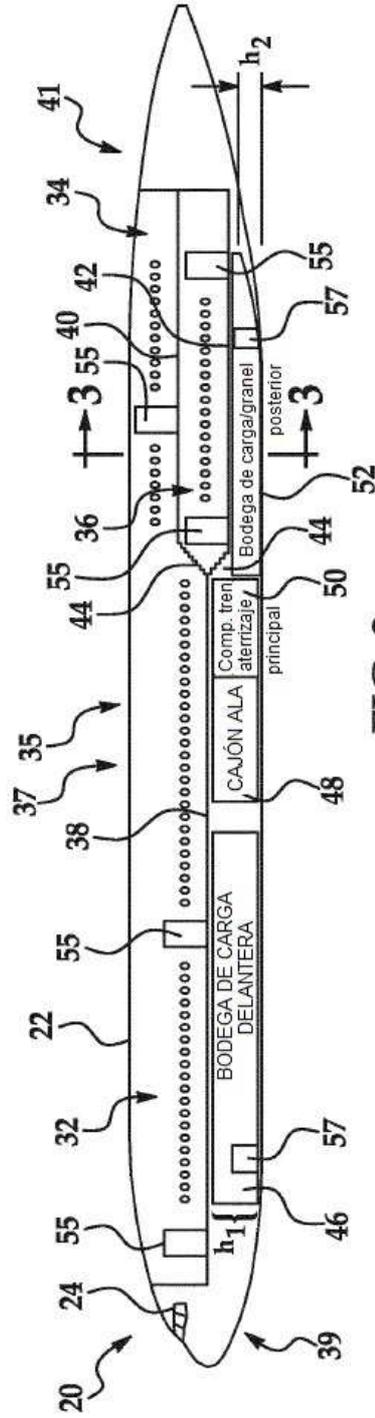
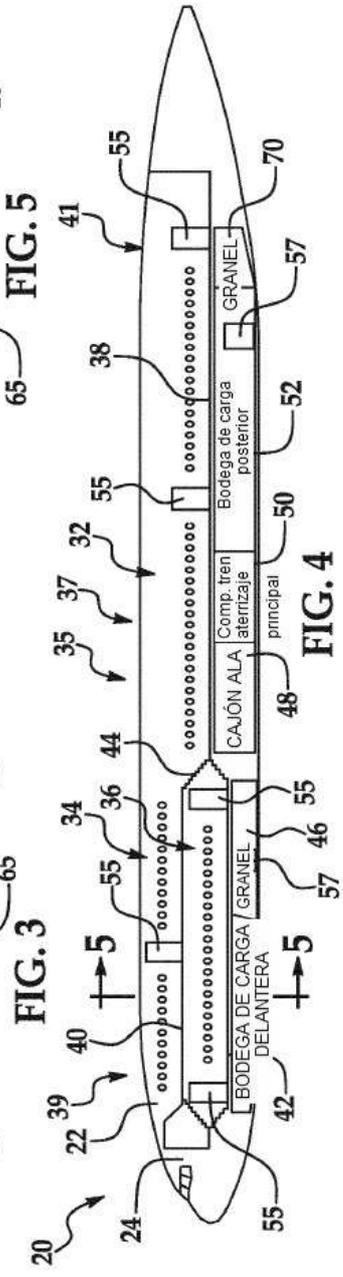
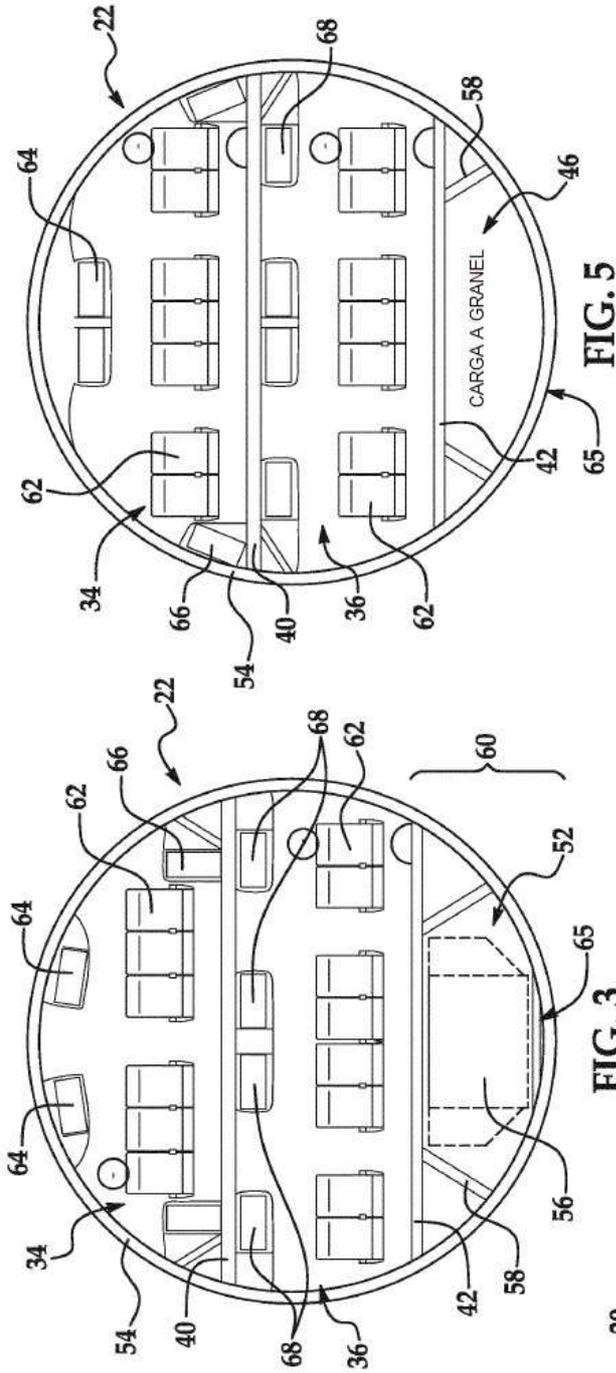


FIG. 2



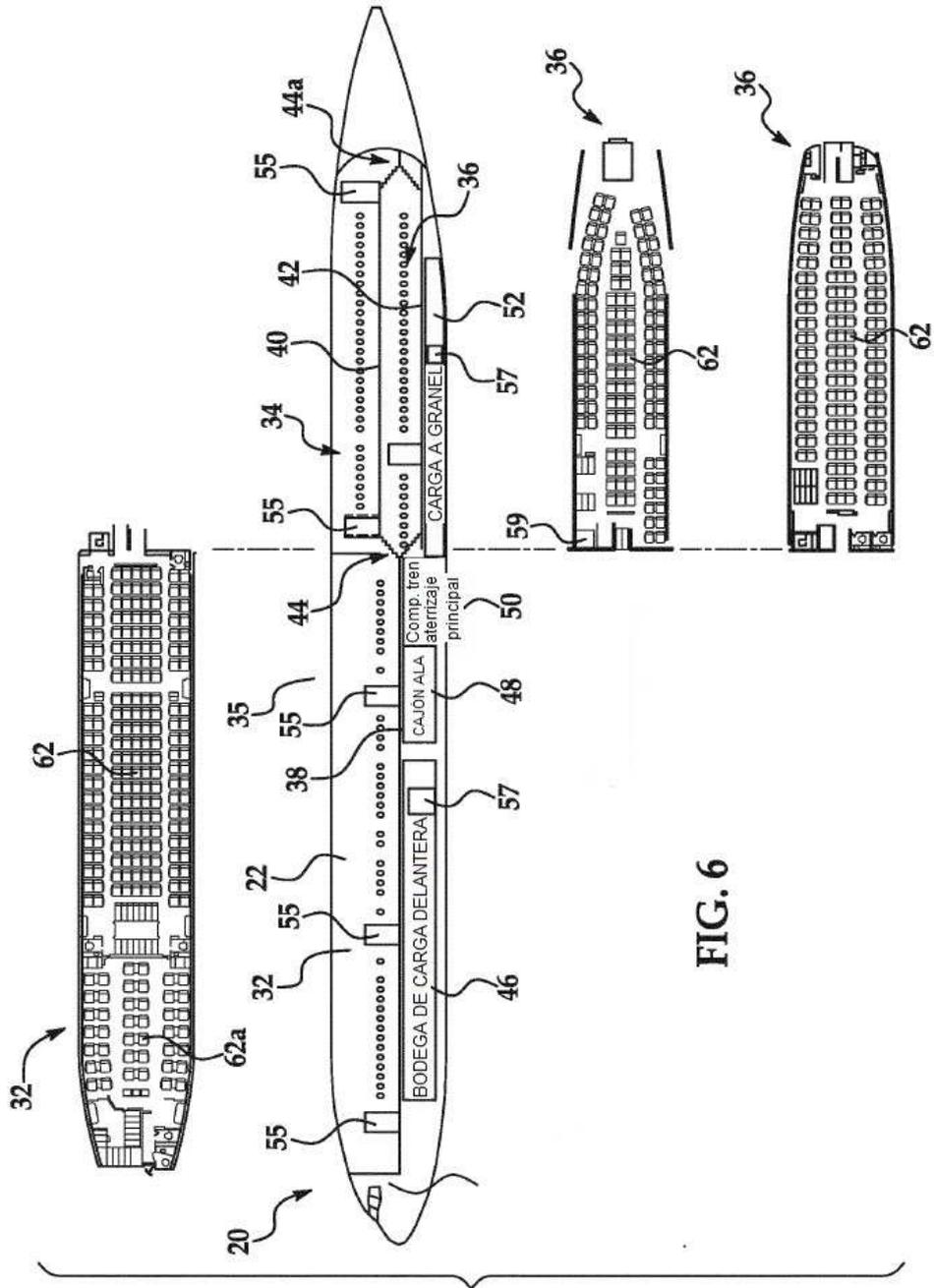


FIG. 6

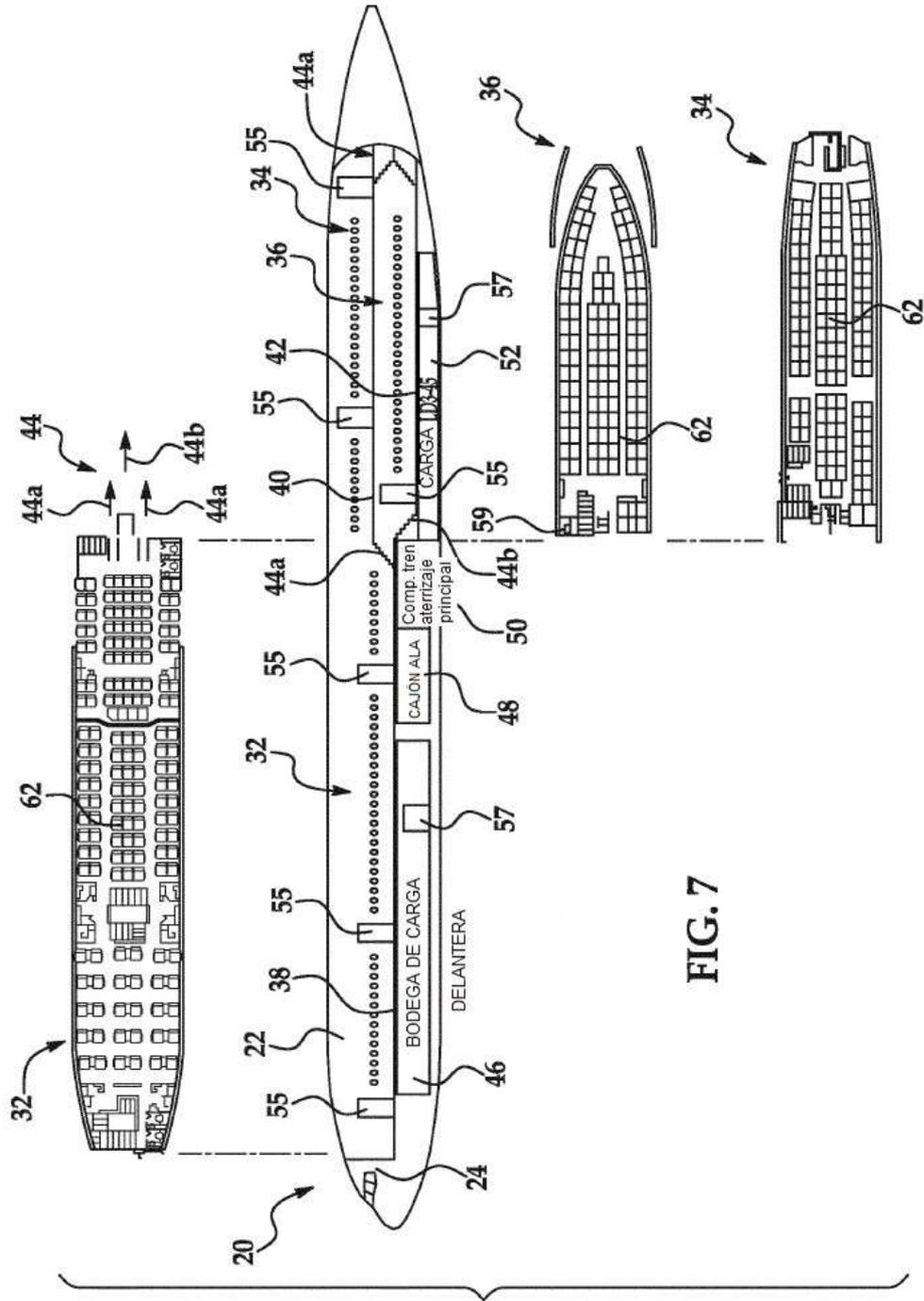
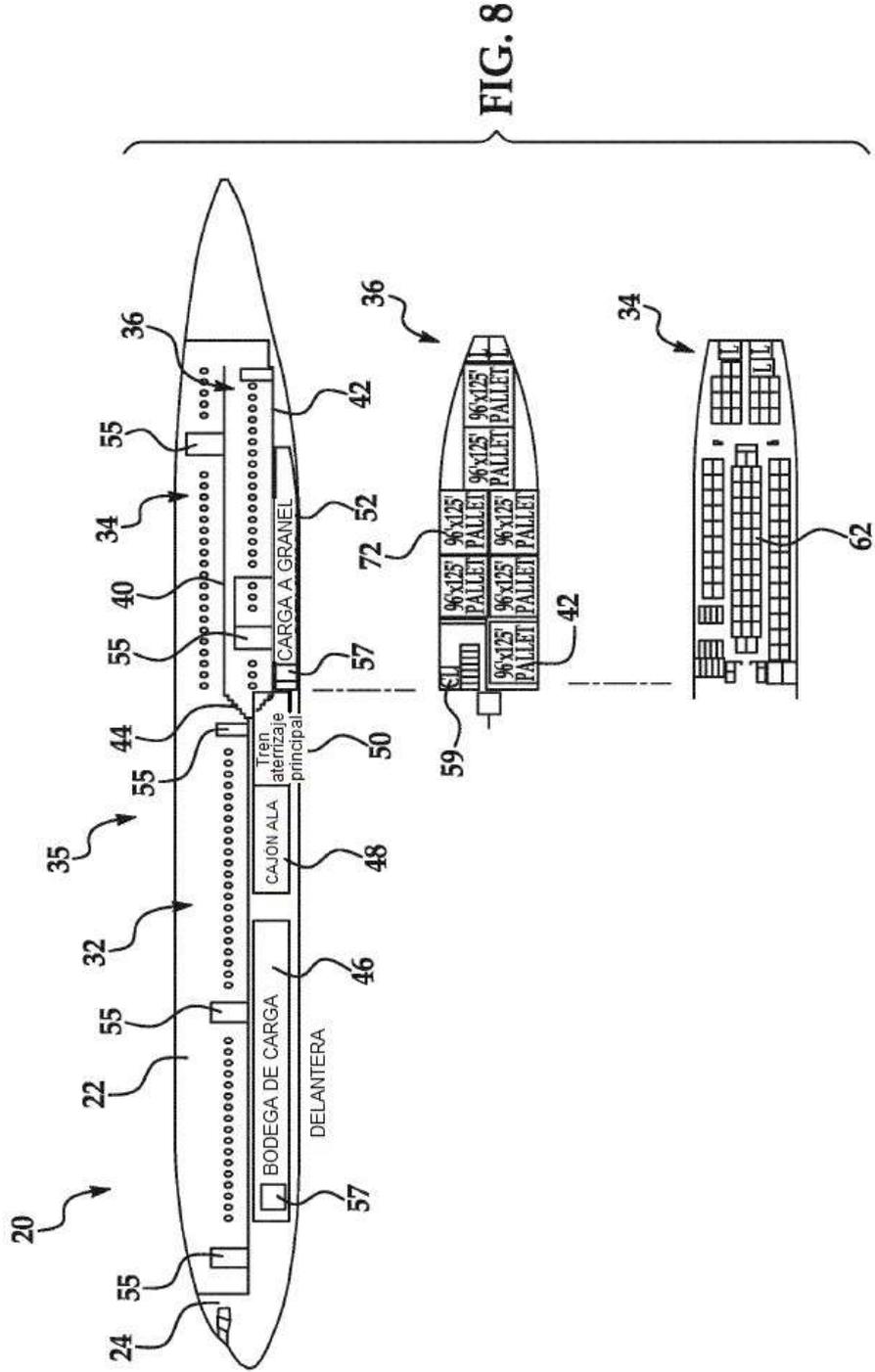


FIG. 7



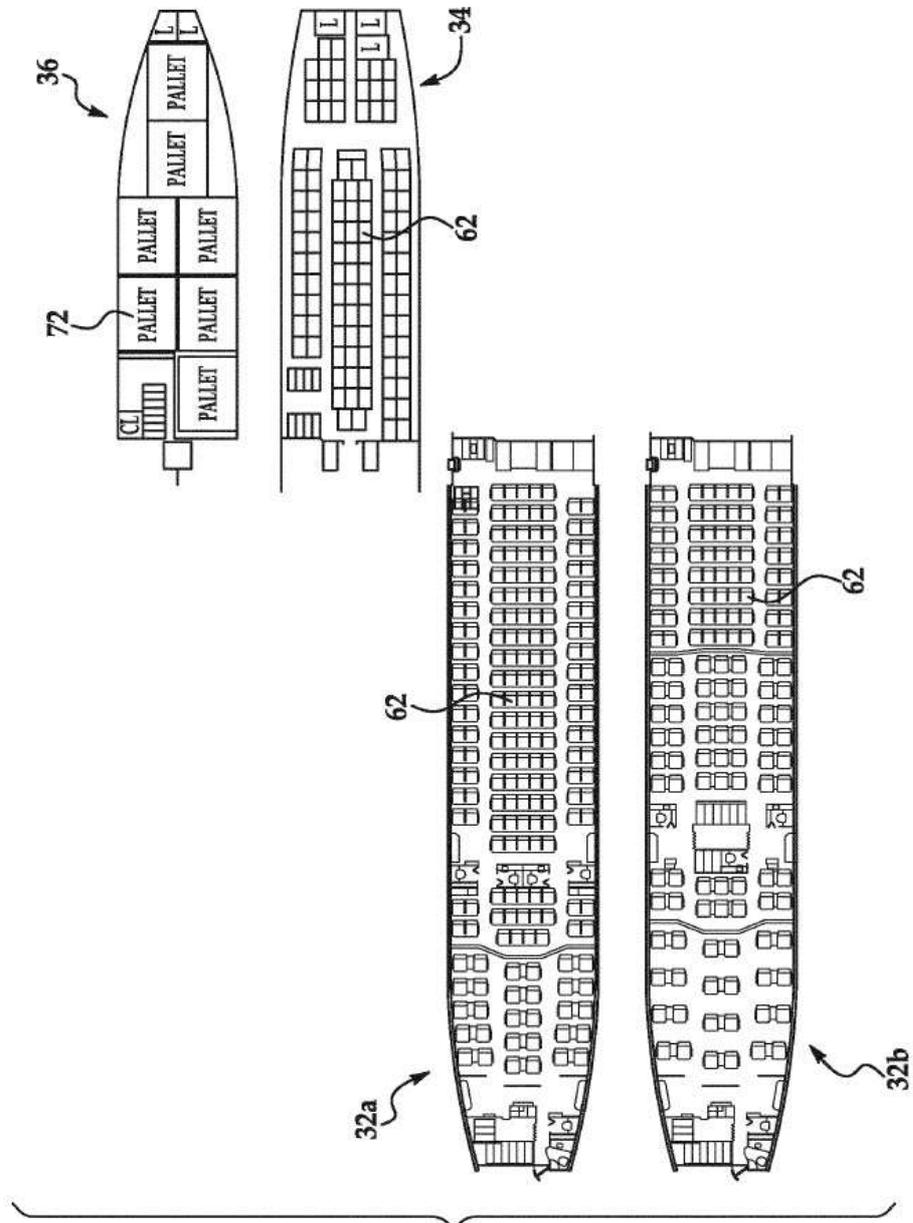


FIG. 9

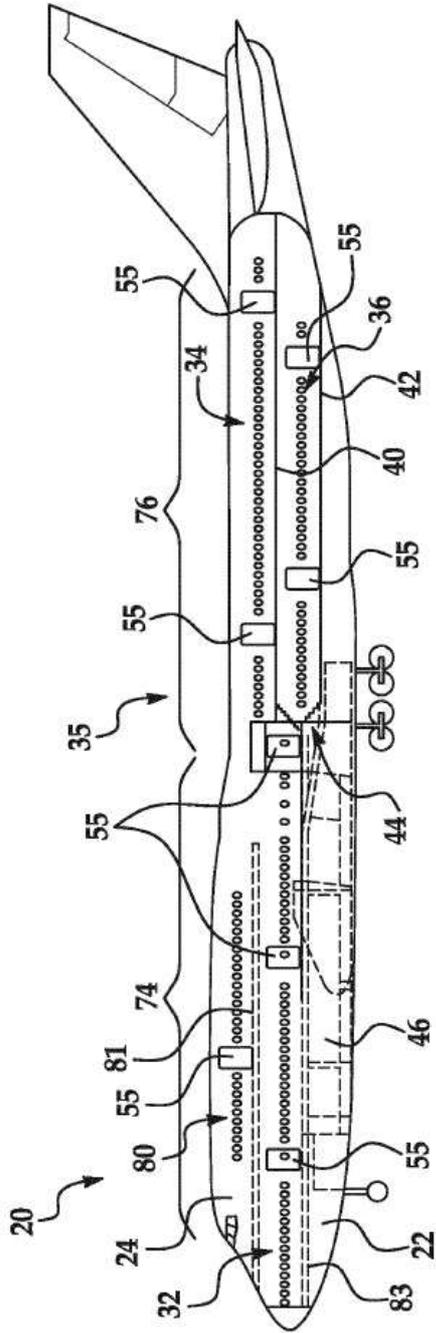


FIG. 10

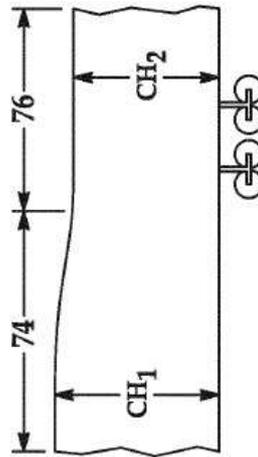


FIG. 10A

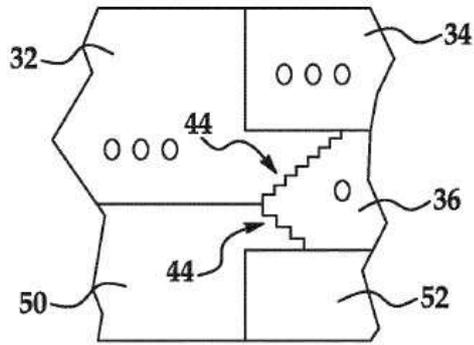


FIG. 11

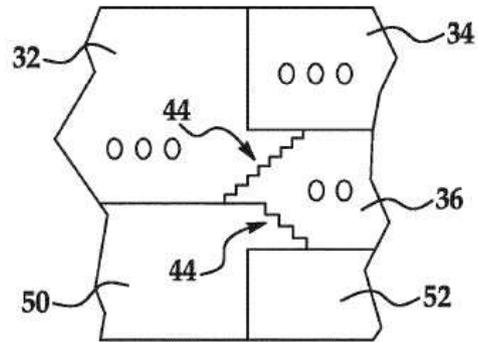


FIG. 12

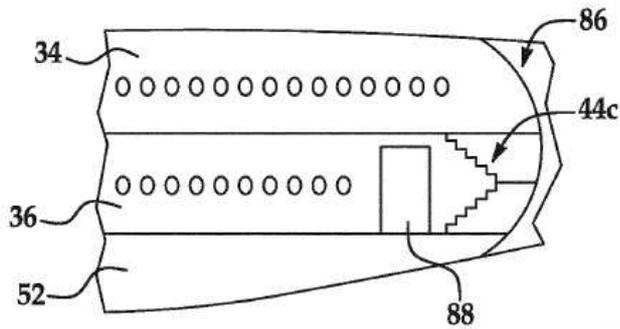


FIG. 13

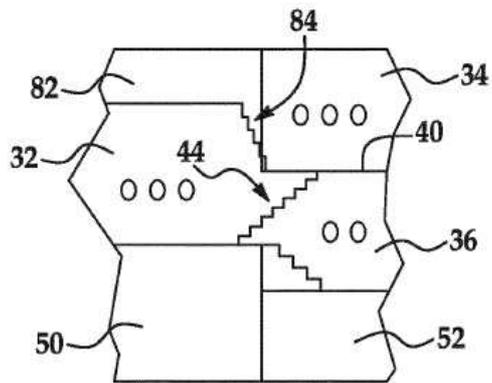


FIG. 14

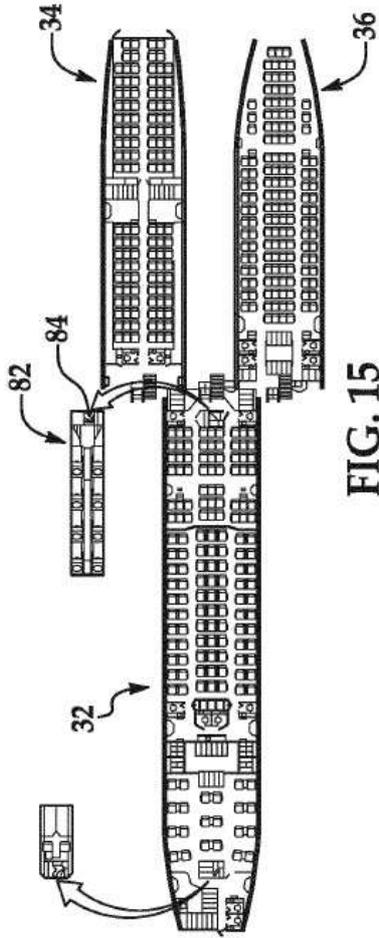


FIG. 15

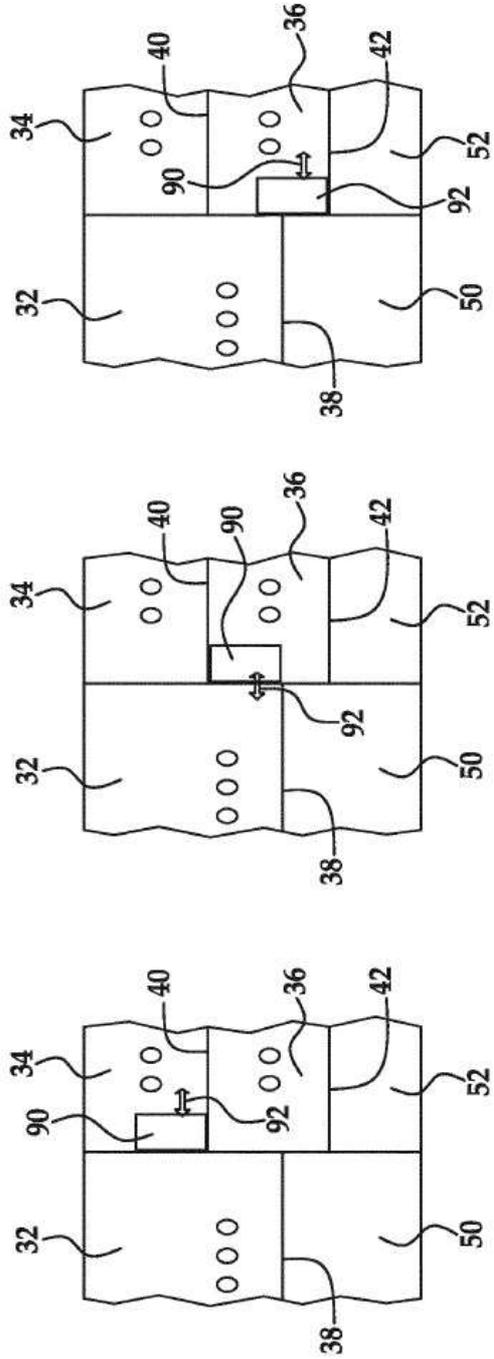


FIG. 16A

FIG. 16B

FIG. 16C

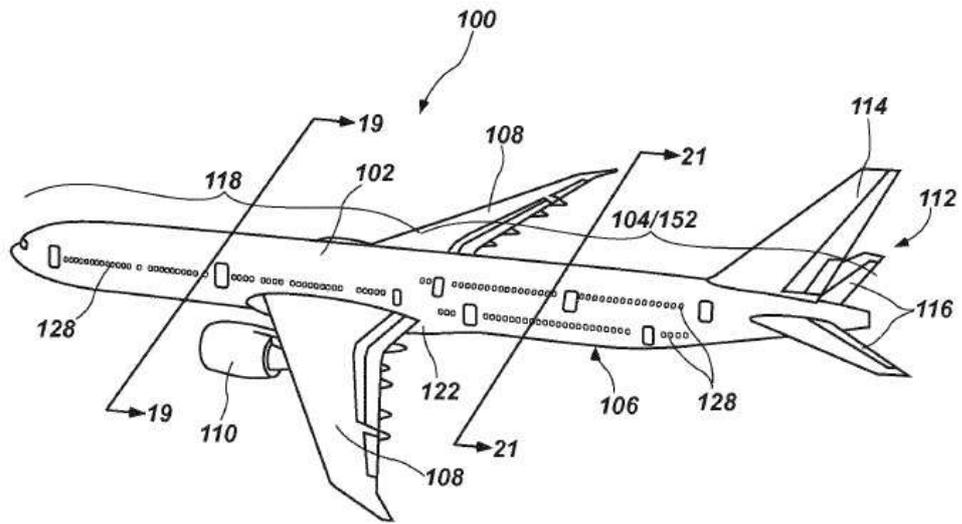


FIG. 18

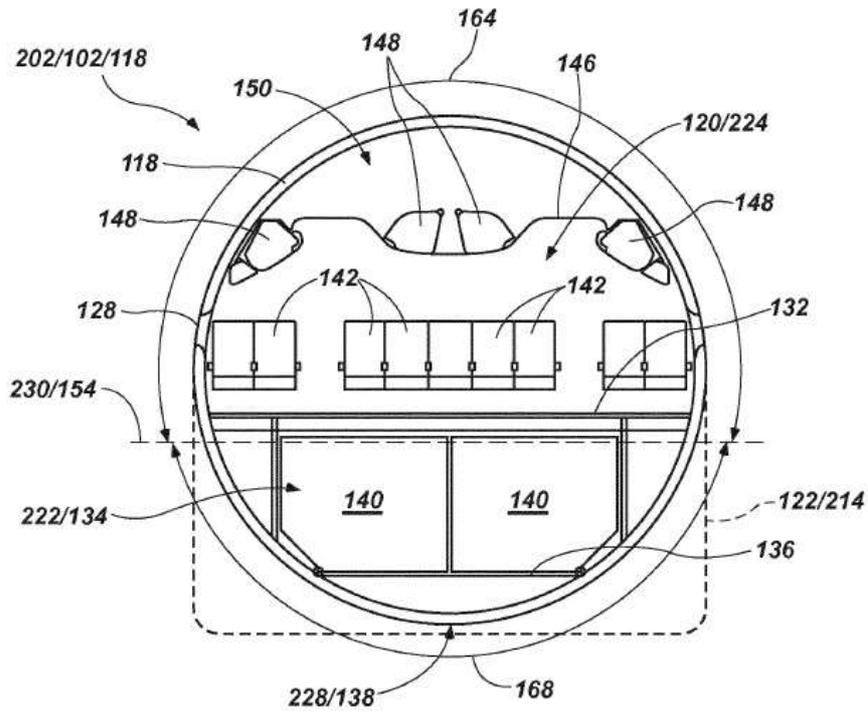


FIG. 19

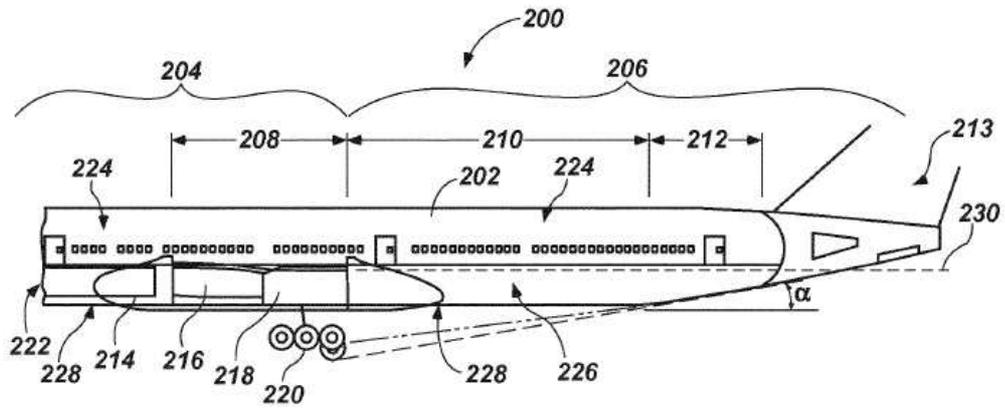


FIG. 20

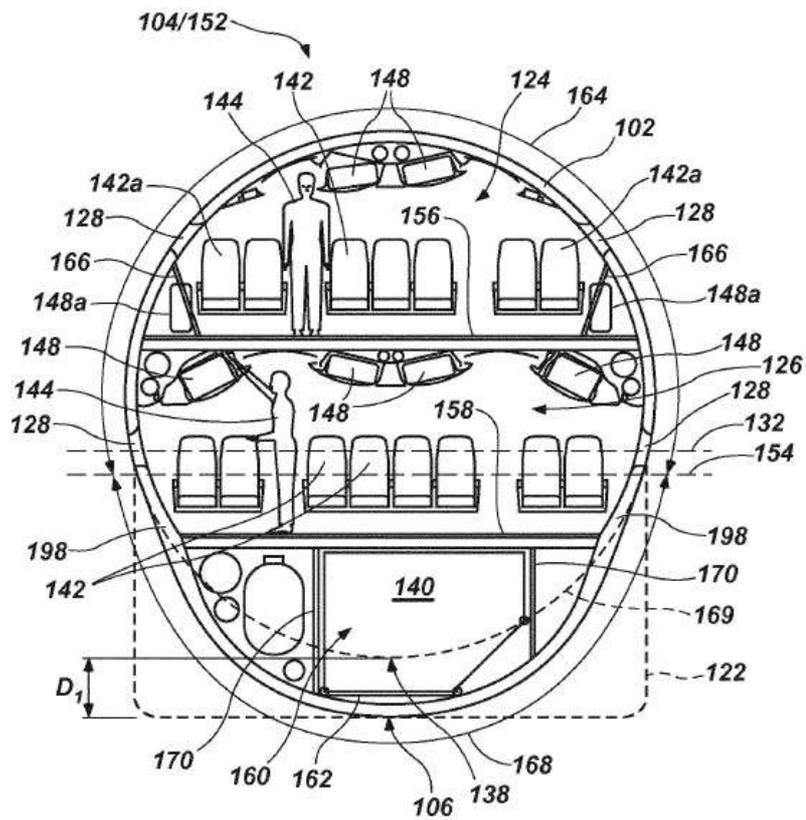


FIG. 21

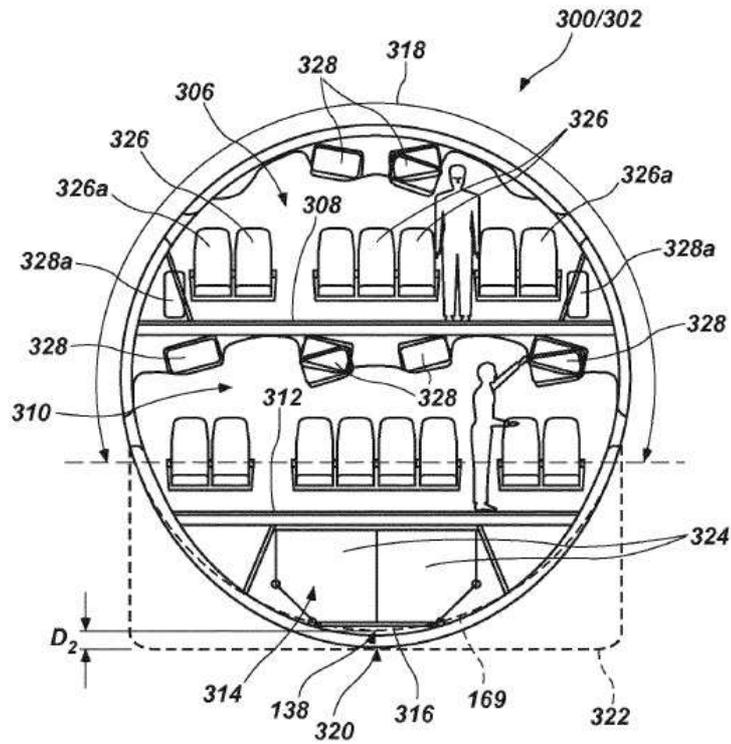


FIG. 22

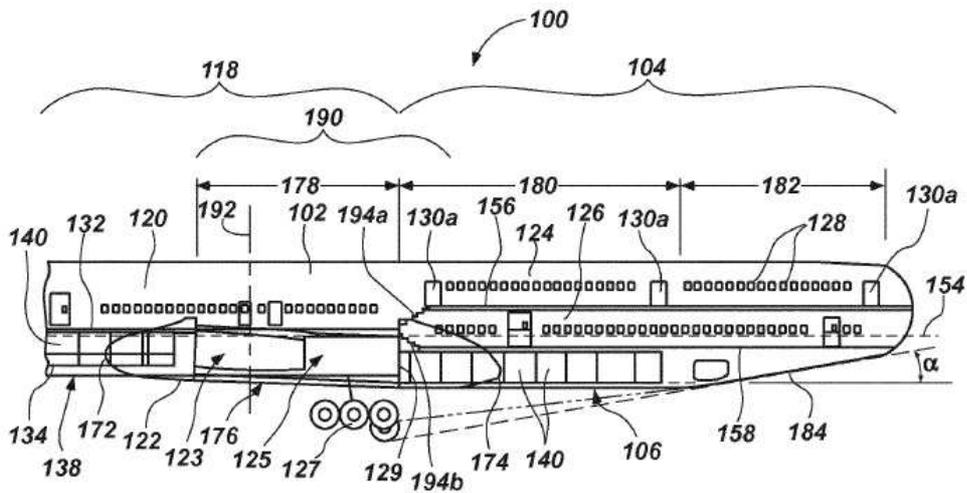


FIG. 23

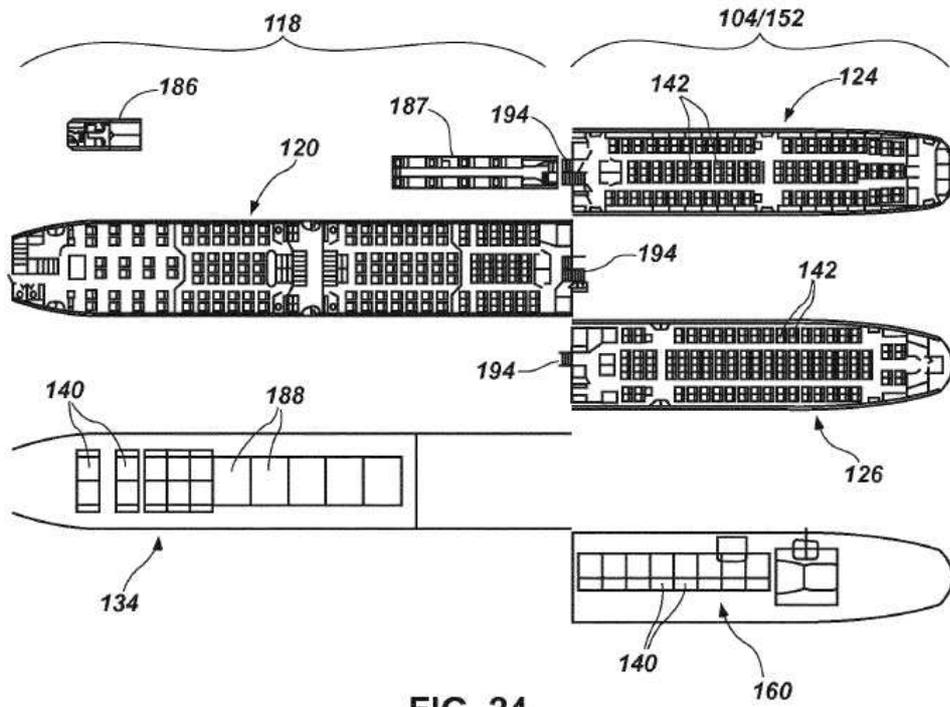


FIG. 24

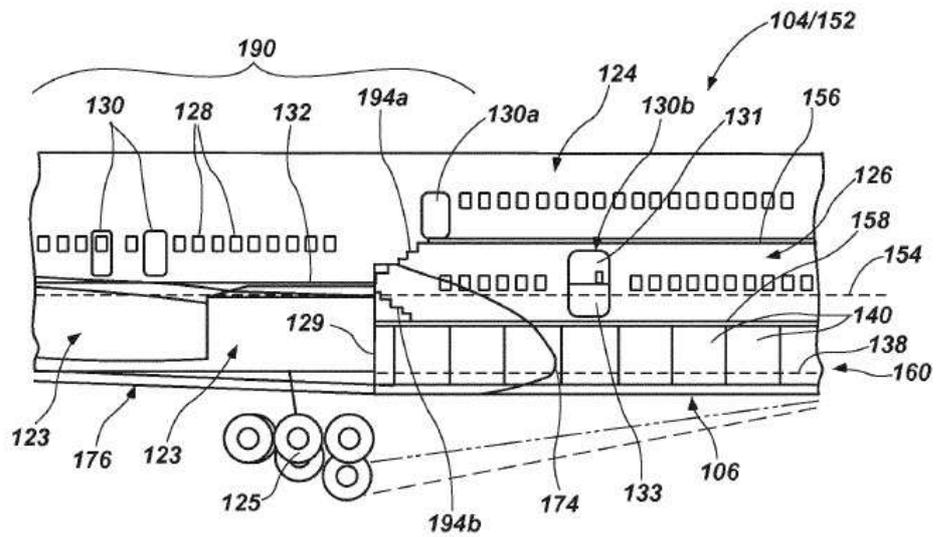


FIG. 25

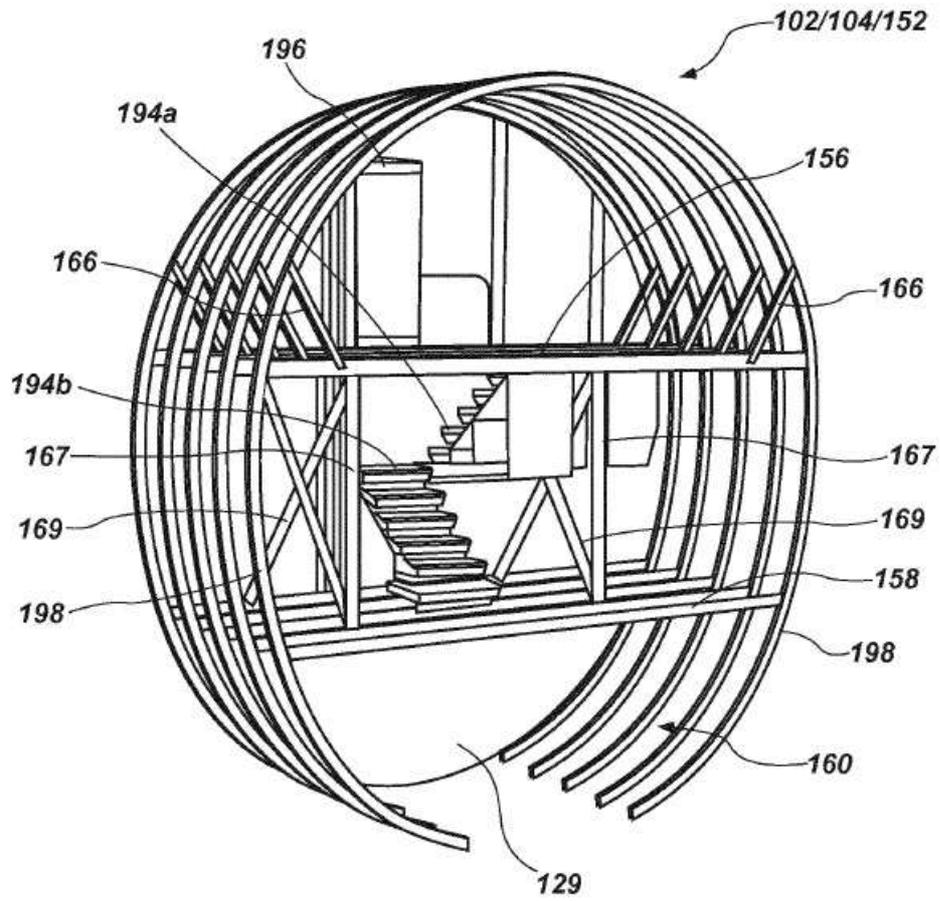


FIG. 26

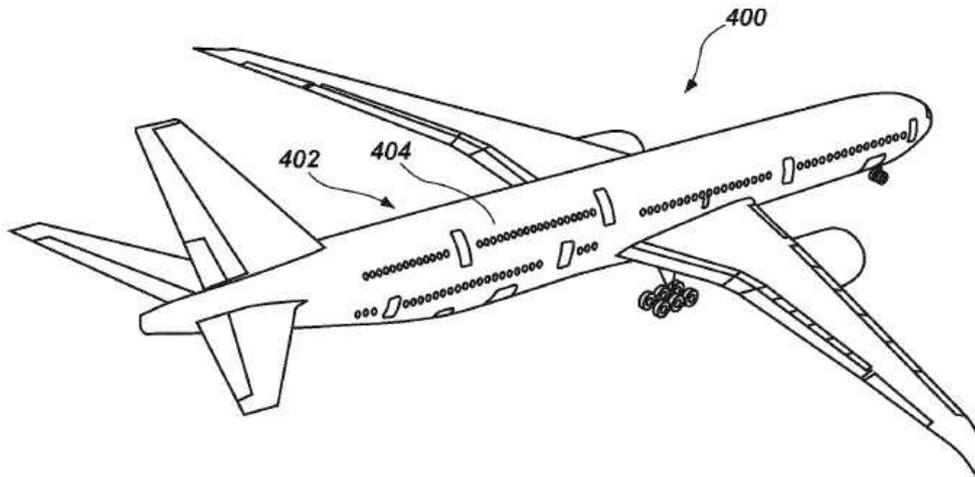


FIG. 27

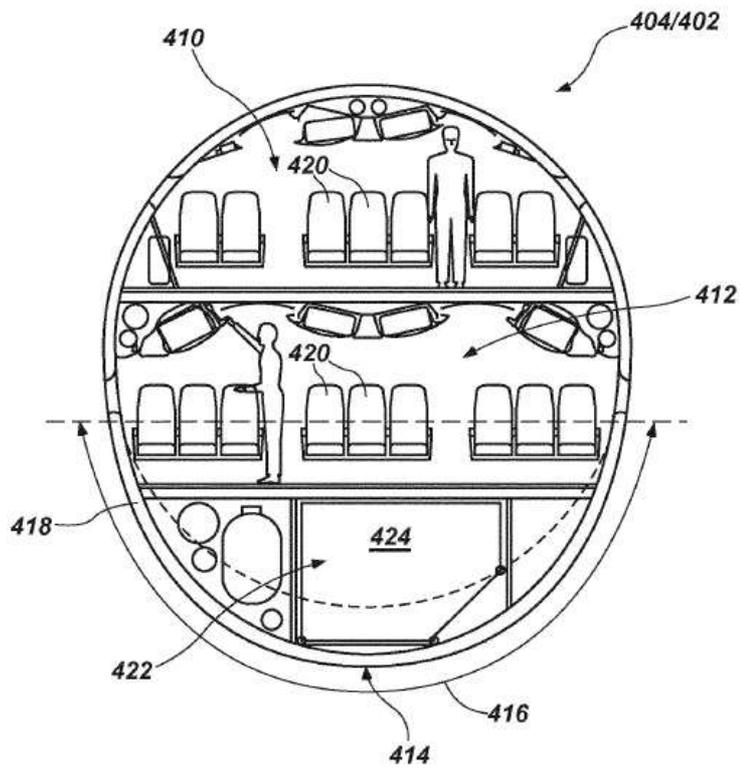


FIG. 28

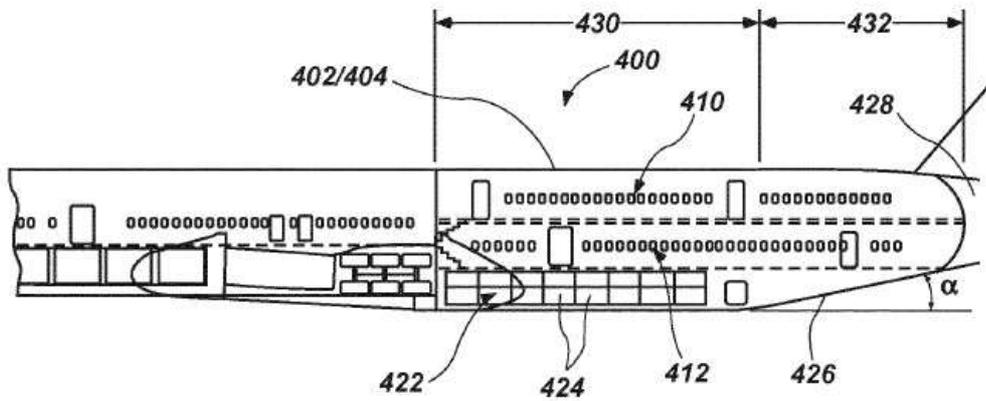


FIG. 29

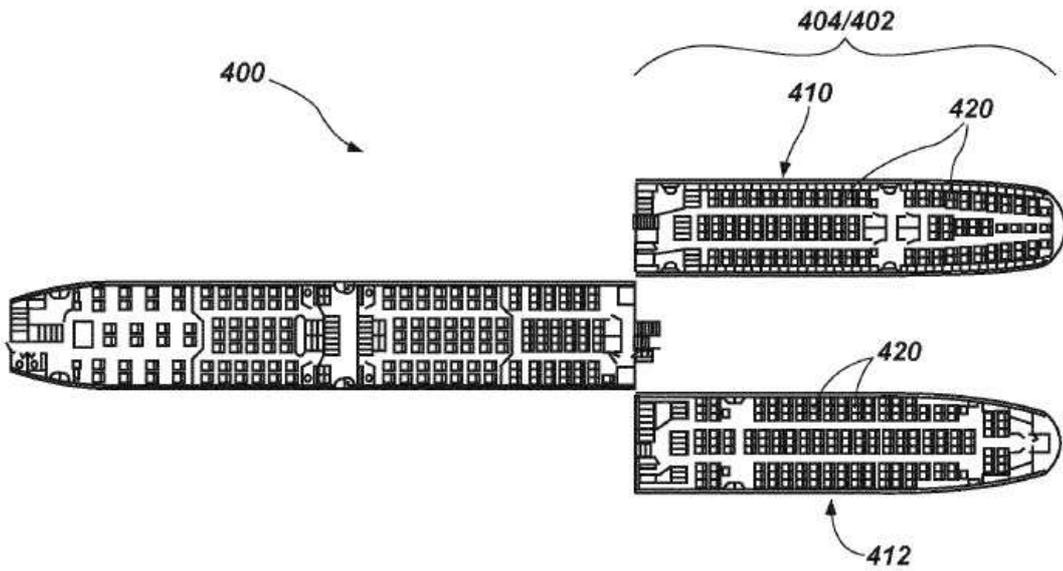


FIG. 30