

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 263**

51 Int. Cl.:

G01N 3/20 (2006.01)

G01N 3/24 (2006.01)

B64F 5/00 (2006.01)

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2007** **E 08104311 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 1990276**

54 Título: **Dispositivo de ensayo para carenados de fuselaje con acopladores de fuselajes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2017

73 Titular/es:

**IMA MATERIALFORSCHUNG UND
ANWENDUNGSTECHNIK GMBH (100.0%)
Wilhelmine-Reichard-Ring 4
01109 Dresden, DE**

72 Inventor/es:

**GÖTZE, MATTHIAS;
BEST, DR. ROALD;
SACHSE, MIRKO;
BERTHOLD, DR. UDO y
GRÖTZSCHEL, GEORG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 609 263 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

Dispositivo de ensayo para carenados de fuselaje con acopladores de fuselajes

La invención se refiere a un dispositivo de ensayo de la tensión de flujo plástico por cizallamiento para carenados de fuselaje y es especialmente adecuado para el ensayo dinámico de carenados de fuselaje.

5 Por un carenado de fuselaje debe entenderse, en sentido muy general, un objeto superficial, que es impulsado por medio del dispositivo de ensayo con diferentes cargas y superposiciones de cargas con la finalidad de la verificación de las propiedades de los componentes. En este caso, el carenado de fuselaje es, como pieza bruta de ensayo, la mayoría de las veces parte de un sistema de soporte complejo, que en virtud de su tamaño, como en el caso de fuselajes de aviones, no se puede someter en conjunto a un ensayo eficiente sobre las propiedades de sus componentes.

10 Tales dispositivos de ensayo sirven, por lo tanto, para la investigación de partes individuales, que deben someterse a sollicitación próximas a la práctica, para verificar con éxito en este caso las propiedades de los componentes necesarias para homologaciones o similares. Los dispositivos de ensayo sirven, además, para investigaciones estáticas y dinámicas que acompañan al desarrollo, por ejemplo, en carenados del fuselaje de aviones. Los carenados de fuselaje. Los carenados de fuselaje se fabrican, por ejemplo, de materiales compuestos, en particular de estructuras compuestas de fibras. Por materiales compuestos y especialmente estructuras compuestas de fibras se entienden, por ejemplo, plástico de fibras de carbono CFK o plástico reforzado con fibras de vidrio GFK, pero también compuestos de aluminio-GFK.

15 En las piezas brutas de ensayo se trata regularmente de estructuras de soporte superficiales geométricas, es decir, constructivas así como anisótropas en el lado del material. Se caracterizan por curvas de la carga en sección lineales, poliaxiales y por estados de sollicitaciones poliaxiales resultantes de ello. Para exponer las piezas brutas de ensayo a ensayos próximos a la práctica, deben investigarse al menos tres ejes de carga. En este caso se trata de la dilatación longitudinal, la dilatación circunferencial y el flujo de empuje. Además, se reproducen influencias locales a partir de la sobrepresión interior en aviones, que reproducen la actuación de la distribución de la rigidez de la estructura del fuselaje durante el vuelo a grandes alturas.

20 Se conocen diferentes conceptos en el campo de los dispositivos de ensayo de componentes de carenados de fuselaje de aviones, designados a continuación como carenados del fuselaje.

25 Se conoce a partir del documento US 2001/00544228 A1 un procedimiento y un dispositivo para la fabricación de un componente tridimensional grande. Como componentes tridimensionales grandes se publican fuselajes de aviones, que están sometidos a ensayos de control de calidad en toda su sección transversal.

30 De acuerdo con el documento DE 103 44 855 B4 se conoce, por ejemplo, una instalación de empuje de presión para la introducción de cargas de empuje altas, en la que la carga de presión y la carga de empuje actúan en la misma dirección y se pueden aplicar sobre elementos regulables separados. En este dispositivo, es un inconveniente que con este dispositivo no se puede realizar una carga superficial de la presión del aire o la superposición alternativa de fuerza de tracción.

35 Se conocen en el estado de la técnica dispositivos de ensayo para carenados de fuselaje, que posibilitan una carga de la presión del aire de los carenados de fuselajes. Así, por ejemplo, en el documento DE 197 027 754 A1 se conoce un dispositivo para el empotramiento y ensayo de cuerpos de ensayo, en particular de piezas de carenados de fuselajes de aviones. En este caso, se exponen los carenados de fuselajes al mismo tiempo a diferentes cargas dinámicas. En particular, una carga de tracción en la dirección longitudinal del carenado del fuselaje y una carga superficial de la presión del aire, que aparece en virtud de una diferencia de la presión entre el espacio interior del vehículo y el entorno exterior.

40 En estos dispositivos de ensayo es un inconveniente que cada uno por sí posibilitan combinaciones de cargas, que solamente podrían cubrir en su aplicación común al ensayo separado de todas las zonas cilíndricas del fuselaje en toda su extensión, es decir, próximas a las cargas de funcionamiento. Sin embargo, a tal fin, los procedimientos presentados están físicamente muy limitados incluso con modificaciones.

45 En segundo lugar hay que observar que los dispositivos de acuerdo con el documento DE 197 027 754 A1 en el caso de sobrecarga, inherente a su principio, solamente pueden reproducir con deficiencias la simetría del sector. Es decir, que se ajusta una distribución del momento de flexión aceptable para revestimientos finos de los carenados de fuselaje.

50 Por lo tanto, convencionalmente se emplean dispositivos, en los que los carenados de fuselajes son investigados alojados de manera flotante, debiendo considerarse como desfavorable con frecuencia una distribución muy variable de la sollicitación. Además, la introducción separada de cargas circunferenciales y cargas de empuje conduce a una

reducción de la calidad del ensayo.

Por lo tanto, en general, no se pueden realizar ensayos de flujo de empuje o solamente en una medida deficiente con dispositivos de ensayos multiaxiales convencionales sobre la base de carenados alojados flotando y, además, la superposiciones de solicitaciones no se pueden verificar tampoco en una medida suficiente.

- 5 Sobre la base de este estado de la técnica se conocen para la superación de los inconvenientes mencionados también dispositivos de ensayo, que se designan, por decirlo así como cajas-D en los círculos técnicos. En Ambur, D.: Rous, M.: Design and Evaluation of Composite Fuselage Subjected to Combined Loading Conditions. En: Journal of Aircraft, Vol. 42, N° 4, Julio-Agosto 2005 se publica una caja-D, que muestra una sección transversal en forma de segmento de arco circular para la estructura complementaria.
- 10 La configuración de la caja-D con sección transversal en forma de segmento de arco circular está unida con diversos inconvenientes. En particular en este caso hay que mencionar que no se puede aplicar un acoplamiento con preferencia rígido entre el carenado y la estructura complementaria en virtud de las relaciones de rigidez sin interferencias considerables de la solicitación. La consecuencia es una realización articulada de los cantos en el borde longitudinal. Esto se realiza por medo de bisagras discretas entre los fuelles individuales. La consecuencia es una limitación amplia de las tareas de ensayo posibles, en particular alta solicitación de empuje y, en general, amplias investigaciones de la resistencia residual. La limitación resulta a través de las concentraciones de solicitaciones forzadas por el diseño de la forma de realización discreta.

Las medidas correctoras en la dirección de la secante de la sección transversal equivalente se pueden ajustar exclusivamente a un punto de trabajo de los ciclos de carga – puntales pasivos.

- 20 Además, es un inconveniente que a configuración en forma de segmento de arco circular de la sección transversal de la caja-D de acuerdo con el estado de la técnica conduce a una necesidad elevada de espacio. En la caja-D se trata muy en general de una estructura en forma de D en la sección transversal, en la que la llamada “caja blanda” forma la estructura complementaria del carenado del fuselaje, la estructura complementaria. El carenado del fuselaje se conecta para el ensayo de manera mecánicamente discreta y articulada con la “caja blanda”.
- 25 Además, sin embargo, es un inconveniente que los materiales compuestos no se pueden investigar con suficiente seguridad y fiabilidad en dispositivos de ensayo con una “caja blanda” de metal, puesto que el metal presenta un límite de fluencia que es atípico para materiales compuestos, lo que conduce de esta manera a que no se pueda alcanzar la zona de ensayo deseada. Otro inconveniente de los dispositivos de ensayo conocidos consiste en que no es posible una introducción de la fuerza de la cuaderna.
- 30 El cometido de la presente invención es proporcionar un dispositivo de ensayo de la tensión de flujo plástico por cizallamiento para carenados de fuselaje para el ensayo eficiente de elementos de carenados, que realiza próxima a la práctica la medición de solicitaciones de flujo de empuje así como de superposiciones de varios tipos de solicitaciones, debiendo poder emplearse el dispositivo de ensayo también de una manera económica.

- 35 El cometido se soluciona por medio de un dispositivo de ensayo de la tensión de flujo plástico por cizallamiento para carenados de fuselaje según la reivindicación 1 de la patente.

- De acuerdo con una configuración, que no pertenece a la invención, que se designa dentro de la caja-D como caja blanda, la estructura complementaria está configurada en forma de U en la sección transversal y posee en los extremos de los brazos unos apoyos en la dirección longitudinal de la estructura complementaria – pestañas longitudinales – con medios para la fijación del carenado del fuselaje en la estructura complementaria así como para la introducción de fuerzas de corrección y la transmisión de fuerzas de ensayo. Los medios para la fijación del carenado de fuselaje se caracteriza por una combinación especial de unión positiva y unión por aplicación de fuerza en el sentido de la intercambiabilidad / campo de pieza bruta de ensayo. Los medios para la fijación del carenado del fuselaje en la estructura complementaria están configurados para la introducción y absorción de fuerzas de corte de ensayo en dirección transversal y en dirección longitudinal.
- 40

- 45 En las delimitaciones de la estructura complementaria en dirección longitudinal están dispuestas unas pestañas transversales, que sirven para la introducción y absorción de fuerzas de ensayo en dirección circunferencial así como de fuerzas auxiliares en dirección longitudinal. Posibilitan una carga de la sección transversal equivalente - tubos de presión – en seis grados de libertad. La estructura complementaria está configurada como caja blanda de materiales compuestos, estando configurada tanto en la geometría como también en cuanto al material de tipo anisotrópico, con lo que, además, se suprime el límite de fluencia no deseado, como aparece en dispositivos de ensayos con estructuras complementarias de metal. Los límites de la solicitación, especialmente dilataciones a rotura, se ajustan especialmente sobre los de las piezas de ensayo de CFK.
- 50

De acuerdo con una configuración, que no pertenece a la invención, la estructura complementaria está configurada de resina epóxido reforzada con fibras de vidrio. Las pestañas longitudinales en los extremos de los brazos están

configurada en el ejemplo de realización en un ángulo $\alpha_{SW} = 22^\circ$ con respecto a la línea de unión entre los brazos.

En general, se aplica la relación $\alpha_{SW} = \alpha_{pü}, 0,5^\circ$, en la que el índice “SW” representa sándwich y “pü” representa la sección circular impulsada con sobrepresión.

5 La estructura complementaria se forma con preferencia en la dirección longitudinal sobre perfiles en forma de U yuxtapuestos alternando, de manera que resulta una sección longitudinal de tipo ondulado. El espesor del material de la estructura complementaria de materiales compuesto tiene pata el primer tipo de carenado de ensayo – carenados sándwich de CFK – con preferencia 13,6 mm, estando constituido el material compuesto de la estructura complementaria de hasta 23 capas individuales.

10 El cometido de la invención se soluciona, además, por que el dispositivo de ensayo para carenados de fuselajes con una estructura complementaria está configurado de tal forma que la sección transversal equivalente se define por N- carenados de fuselajes con N-acopladores de carenados, siendo N un número entero di-, tri-, tetra-caja.

15 La concepción de la invención se basa en formar una sección transversal equivalente, que está constituida por varios carenados de fuselajes y por una estructura complementaria, estando formada la estructura complementaria por todos los elementos de la sección transversal equivalente, que no son carenados de fuselajes. La sección transversal equivalente propiamente dicha está cerrada, para configurar un depósito de presión

20 El dispositivo de ensayo de la tensión de flujo plástico por cizallamiento para carenados de fuselaje está constituido por acopladores de carenados, carenados de fuselaje, medios para la fijación de acopladores de carenados y carenados de fuselajes así como medios para la introducción de la fuerza de corrección, en el que los carenados de fuselaje están conectados con medios para la fijación con acopladores de carenados formando una sección transversal equivalente para el fuselaje y por que la sección transversal equivalente está configurada de N carenados de fuselaje con N acopladores de carenados, siendo N un número entero y mayor que 1.

25 Una ventaja de la concepción de acuerdo con la invención consiste en que se utiliza una estructura complementaria, que se caracteriza por propiedades mecánicas extremadamente dependientes de la dirección. Esto sirve para la posibilidad de dominio de las dimensiones y, por lo tanto, de la calidad alcanzable del ensayo de la estructura del banco de pruebas circundante. Al mismo tiempo se le exige una capacidad resistencia muy alta frente a dilataciones locales y globales. La transmisión o bien la introducción de cargas de rotura circunferenciales o de cargas de rotura de empuje así como de porciones superpuestas altas de ambos componentes con superposiciones de aproximadamente 75 % se posibilita a través del dispositivo de acuerdo con la invención. De la misma manera, está prevista una unión desprendible entre los carenados de fuselajes y la estructura complementaria, lo que conduce de manera ventajosa una posibilidad de reutilización de las estructuras complementarias.

30 De acuerdo con la configuración de la invención, se forma la estructura complementaria frente a una pieza bruta de ensayo proporcionalmente por piezas brutas de ensayo vecinas, lo que conduce a una enorme eficiencia de tiempo y de costes del procedimiento de ensayo, puesto que con un proceso de ensayo se pueden ensayar al mismo tiempo varias piezas brutas de ensayo. El dispositivo de acuerdo con la invención es adecuado, en general, para el ensayo de plásticos reforzados con fibras (FVK), como GFK o CFK.

35 A través de la creación de una sección transversal equivalente para la reducción de las introducciones de carga necesarias – en comparación con carenados en ensayo alojados flotante – se consiguen múltiples ventajas. Por ejemplo, se reduce considerablemente la sección transversal frente a un tonel de fuselaje. De esta manera, con dispositivos de acuerdo con la invención se pueden realizar ensayos, que en otro caso solamente se pueden realizar debido a las dimensiones y órdenes de magnitud de los elementos a ensayar con gastos extremadamente altos para el banco de pruebas.

40 De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, el acoplador de carenados de la estructura secundaria posee una sección transversal en forma de V, que está constituida por dos brazos rectos, que están unidos entre sí por medio de un redondeo. El redondeo contiene superficies de contacto para la introducción de fuerzas de corrección por medio de piezas de presión.

45 De acuerdo con una configuración ventajosa alternativa de la invención, los acopladores de carenados de la estructura complementaria posee una sección transversal en forma de Y, que está constituida por dos brazos rectos, que están unidos entre sí por medio de una prolongación recta común. La prolongación contiene medios para la introducción de fuerza de corrección discreta por medio de pestañas de tracción o bien anclajes de tracción.

50 La sección transversal equivalente se define, en principio, por dos, tres o cuatro carenados de fuselaje y cajas de presión blandas, o bien el número correspondiente de acopladores de carenados.

Los medios para la fijación del carenado de fuselaje en la estructura complementaria están configurados con preferencia por una cavidad en forma de embudo y un disco empotrado configurado de forma correspondiente a ella así como por tornillos y tuercas, estando previsto un estriado de troncos de pirámides en el lado superior del disco

empotrado que está dirigido hacia el carenado del fuselaje.

La caja de presión blanda o los acopladores de carenados están configurados con preferencia de resina epóxido reforzada con fibras de vidrio y se pueden emplear para ensayos de rotura en plásticos reforzados con fibras de carbono.

- 5 De acuerdo con una configuración ventajosa, se pueden ensayar carenados de fuselajes reforzados con cuadernas con exactitud elevada, cuando están previstos un puntal de cuaderna activo y un puntal de cuaderna pasivo. El puntal de cuaderna dispone de un brazo interior y un brazo exterior – conectados con una compensación de la longitud, de manera que el puntal de cuaderna pasivo está configurado de tal manera que se puede compensar la introducción localmente excéntrica de la fuerza tangencial. Hay que resaltar la ventaja de que el ángulo relativo entre las cabezas de cuadernas bajo carga del carenado de fuselaje se mantiene aproximadamente constante.

- 10 Un puntal de cuaderna activo presenta de la misma manera un brazo interior y un brazo exterior – conectados con una compensación de la longitud -, de manera que a diferencia del puntal de cuaderna pasivo, el brazo interior está conectado a través de una articulación con la cabeza de la cuaderna y que, además, está dispuesto un actuador de corrección paralelo en el brazo interior y está conectado con el vástago de pistón a través de una segunda articulación con la cabeza de cuaderna, de tal manera que la introducción localmente excéntrica de la fuerza tangencial se compensa a través del puntal de cuaderna activo. El ángulo relativo entre las cabezas de cuaderna bajo carga del carenado de fuselaje permanece constante y se hipercorriga. O bien el ángulo o el momento de flexión se utilizan como variable de regulación o se ajuste el componente dependiente, respectivamente.

Las ventajas del dispositivo de acuerdo con la invención están agrupadas de la siguiente manera:

- 20
- reducción de la introducción de carga activa,
 - unión continua del borde → el mejor flujo de fuerza posible,
 - intercambiabilidad a pesar de una unión rígida de las piezas brutas de ensayo,
 - empleo de espesores variables del sándwich de las piezas brutas de ensayo,
 - elevación de la frecuencia de ensayo,
- 25
- simetría optimizada de la sección bajo carga de sobrepresión,
 - incremento de la calidad de la distribución de la sollicitación,
 - introducción pasiva de la carga para las cuadernas, es decir, reducción de los errores de regulación,
 - detección de todas las secciones cilíndricas del fuselaje en la simulación técnica del ensayo,
 - reducida necesidad de energía frente al ensayo de tonel,
- 30
- número reducido de muestras con la misma ganancia de conocimiento, unido con menos desechos,
 - ganancia más rápida de conocimiento, lo que conduce a consumo reducido de combustión a través de carenados mejor optimizados del fuselaje,
 - acortamiento del proceso de desarrollo general, lo que conduce a una posición competitiva mejorado.

- 35 Hay que subrayar especialmente que con el dispositivo de acuerdo con la invención se pueden aplicar también de manera reproducible cargas ventajosas en el ensayo, en cambio en la caja-D de acuerdo con el estado de la técnica solamente se pueden aplicar cargas uniforme circunferenciales. Además, se han registrado ensayos estáticos de resistencia residual destructivos del componente para todos los componentes de la carga en la zona de potencia.

Otros detalles, características y ventajas de la invención se deducen a partir de la siguiente descripción de ejemplos de realización con referencia a los dibujos correspondientes. En este caso:

- 40 La figura 1 muestra una representación en perspectiva de una estructura complementaria en la forma de realización como caja blanda.

La figura 2 muestra una vista delantera de una estructura complementaria en la forma de realización como caja blanda.

- 45 La figura 3 muestra una sección transversal esquemática de una sección transversal equivalente en la forma de realización como caja-Di.

La figura 4 muestra una sección transversal esquemática de una sección transversal equivalente en la de realización como Tri-Box.

La figura 5 muestra configuraciones de secciones transversales equivalentes como a) Di-, b) Tri- y c) Tetra-Box con disposición de actuadores de corrección en el interior de la estructura.

5 La figura 6 a muestra acopladores de carenados como placa de tracción en forma de Y en representación en perspectiva.

La figura 6 b muestra acopladores de carenados como placa de tracción en forma de V en representación en perspectiva.

La figura 6 c muestra acopladores de carenados como placa de tracción en forma de V en vista lateral.

10 La figura 6 d muestra acopladores de carenados como placa de tracción en forma de V en vista en planta superior.

La figura 7 muestra acopladores de carenados como membrana con anclaje de tracción en representación en perspectiva.

La figura 8 a muestra una representación de la sección transversal de disco empotrado.

La figura 8 b muestra un disco empotrado en representación en perspectiva.

15 La figura 8 c muestra una imagen de taladros de la unión de cajas blandas o el acoplador de carenados y del carenado de fuselaje por medio del disco empotrado.

La figura 9 muestra un puntal de cuaderna pasivo en el sistema de la sección transversal del tonel del fuselaje o de la sección transversal equivalente.

La figura 10 muestra un esbozo de principio del puntal de cuaderna pasivo.

20 La figura 11 muestra un esbozo de principio de un puntal de cuaderna activo.

En la figura 1 se muestra una representación en perspectiva de una estructura complementaria de acuerdo con la invención en la forma de realización como caja blanda. En la dirección longitudinal, ésta está constituida por varios perfiles en forma de U yuxtapuestos alternando y dispuestos desplazados, estando configurados los extremos de los brazos del perfil 3 con pestañas longitudinales 4 para el alojamiento del carenado del fuselaje 14 no representado.

25 Los perfiles presentan de conformidad con la imagen de taladros seleccionada unas distancias de los flancos entre 21 mm y 49 mm. Además, las pestañas longitudinales 4 están previstas como delimitaciones de la estructura complementaria 1 en dirección transversal para la introducción y absorción de fuerzas de corrección. En este caso, las pestañas longitudinales 4 están configuradas en un ángulo de $\alpha_{sW} = 22^\circ$, respectivamente, con respecto a la línea de unión de los extremos de los brazos 3 – secante – y reciben la pieza bruta de ensayo sobre sus pestañas. En las pestañas longitudinales 4 están previstos medios para la fijación 5 del carenado de fuselaje 14 en la estructura complementaria 1.

30 Las delimitaciones de la caja en la extensión longitudinal están configuradas como pestañas transversales 2. A través de las pestañas transversales 2 se configura la unión para la introducción de la fuerza en la sección transversal equivalente, es decir, la estructura complementaria 1 y el carenado del fuselaje 14 conectado con ella, designado a continuación también, en general, como pieza bruta de ensayo.

35 A través de la pestaña transversal 2 se realiza la unión de la caja blanda 1 en el dispositivo de ensayo, de tal manera que se puede realizar una impulsión de presión del espacio interior resultante de la estructura complementaria conectada con el carenado de fuselaje 14, para poder reproducir de manera realista la caída de la presión en aviones a grandes alturas.

40 En la figura 2 se representa una vista delantera de una estructura complementaria 1 en la forma de realización como caja blanda 1. La forma de la sección transversal de la caja blanda 1 se forma de dos cuarto de elipse 12, que están unidos entre sí en su punto de vértice principal inferior por medio de una sección horizontal 11. Las pestañas transversales 2 están previstas al mismo tiempo para la introducción y absorción de fuerzas de ensayo en seis grados de libertad.

45 Los vértices superiores de las secciones elipsoidales 12 forman los brazos 3, en cuyos extremos se encuentran las pestañas longitudinales 4 para la absorción de los carenados del fuselaje 14. La forma de realización representada muestra un ángulo de $\alpha_{sW} = 22^\circ$, respectivamente. El ángulo de $\alpha_{sW} = 22^\circ$, respectivamente, está en este caso en conexión con el contorno de la pieza bruta de ensayo y está en una relación de $b = R_{ref} \cdot 2 \cdot \sin \alpha_{pü}$ con respecto a la distancia de los dos brazos 3 entre sí, de manera que $R_{ref} = 1978$ y $\alpha_{pü} = 22,5^\circ$. Los índices “SW”, “ref” y “pü” representan sándwich, referencia (por ejemplo, radio de la herramienta) y la sección circular impulsada con

50

sobrepresión.

En general, se aplica la relación $\alpha_{sW} = \alpha_{p\bar{u}} - 0,5^\circ$. Hay que subrayar como especialmente ventajoso que como consecuencia de la modelación selectiva de la rigidez de la caja de presión del ángulo α_{sW} se modifica solamente un mínimo durante la carga.

- 5 En la figura 3 se representa de forma esquemática una sección transversal equivalente en la forma de realización como Di-Box. En este caso, a través de dos acopladores de carenados 13 en correspondencia con la estructura complementaria 1 en la caja blanda según la figura 1 y la figura 2, dos carenados de fuselaje 14 están unidos entre sí para formar un tubo de presión.

Las dependencias angulares en cajas poligonales se pueden describir, en general, de la siguiente manera:

- 10
- $\alpha_{sW} = \alpha_{p\bar{u}} - 0,5^\circ$
 - una longitud de solape $L_{ij} = f(N_x; N_y; N_{x_{ij}}; \mu_0 \text{Disco empotrado})$
 - ángulo de apertura de las piezas intermedias / complementos $\beta = 180^\circ - 360^\circ/N + 2 \cdot \alpha_{sW}$.

15 La distancia mínima entre dos carenados de fuselaje se selecciona para una accesibilidad manual para fines de montaje con $b_{\min} = 300$. Una anchura mayor solamente es conveniente en el caso de dificultades de montaje o introducciones de fuerzas que colisionan en el espacio.

20 En la figura 4 se representa una sección transversal esquemática con estructura complementaria en la forma de realización como Tri-Box. En este caso, a través de tres acopladores de carenados 13 se conectan tres carenados de fuselaje 14 entre sí para formar un tubo de presión. Este principio se puede ampliar teóricamente en último término hasta la sección transversal completa. El ángulo de apertura de la secante es 60° en la Tri-Box. Las relaciones angulares en la Tri-Box son adecuadas para la descripción general como en la figura 3.

25 En la figura 5a, figura 5b y figura 5c se representan configuraciones de las secciones transversales equivalentes con estructuras complementarias como Di- Tri- y Tetra-Box con la disposición de actuadores de corrección 17 en el interior de la estructura. Los actuadores de corrección 17 aplican las fuerzas de corrección sobre acopladores de carenados 13 sobre los carenados de fuselaje 14. Para la Tetra-Box representada en la figura 5c se aplican las mismas dependencias que para la Tri-Box, pero se eleva el ángulo de la abertura de la secante de 60° a 90° .

30 Las figuras 6a y 6b muestran cuerpos de carenados 13 como placa de tracción en diferentes formas de realización. En la figura 6a se representa un acoplador de carenados 13 en forma de Y. El acoplador de carenados 13 en la figura 6b está configurado en forma de V en la sección transversal y está conectado en los extremos libres de los brazos a través de medios para la fijación 5, por ejemplo por medio de la unión sobre un disco empotrado 7, con el carenado de fuselaje 14. En el ángulo agudo, según la figura 6a, los anclajes de tracción 16 inciden en el acoplados de carenados 13, a través de los cuales se introducen las fuerzas de corrección desde fuera en la estructura complementaria 13 así como en los carenados del fuselaje 14. En caso de una aplicación de fuerza de corrección interior se redondea el ángulo agudo según la figura 6b y se provee de manera discreta con piezas de presión 19, de manera similar a las de una caja de presión de la caja D. Las figuras 6c y 6d muestran los acopladores de carenados 13 en vista lateral y en la vista en planta superior.

35 En la figura 7 se representa un acoplador de carenado 13 como membrana 15 con anclaje de tracción 16. Los carenados de fuselaje 14 están conectados tanto con la membrana 15 como también con pestañas de tracción como parte de los anclajes de tracción a través de medios de fijación 5. En esta forma de realización diferenciada de un acoplador de carenado las fuerzas de ensayo solas son transmitidas por medio de la membrana así como las fuerzas de corrección son introducidas exclusivamente a través de los anclajes de tracción 16.

40 En la figura 8a se representa un disco empotrado 7 con elevaciones 8 del tipo de tronco de pirámide en la sección transversal. De manera alternativa son posibles moleteados, pero éstos no se han representado. El disco empotrado 7 presenta en este caso de manera correspondiente a los taladros en las pestañas longitudinales 4 una configuración de forma cónica, de manera que el disco empotrado 7 descansa en unión positiva en el taladro. Los troncos de pirámides 8 están configurados de tal manera que elevan claramente el coeficiente de fricción y mantienen reducida la presión superficial de manera tolerable como consecuencia de la fuerza de montaje. A través de la laminación de la forma de embudo 6 se aminora o bien se reduce, además, la inconsistencia de los taladros. La figura 8b muestra un disco empotrado 7 en representación en perspectiva.

45 En la figura 8c se representa de forma ejemplar un fragmento de la configuración preferida de los medios para la fijación 5 de la caja blanda 1 o bien de los acopladores de carenados 13 con carenados de fuselaje 14 en la sección transversal. El carenado de fuselaje 14 se encuentra alrededor de los taladros para la unión roscada sobre el disco empotrado 7, que está dispuesto con el lado cónico alejado en la cavidad 6 en forma de embudo en la pestaña

longitudinal 4 de la caja blanda 1 o del acoplador de carenados 13.

En la figura 9 se muestra un puntal de cuaderna pasivo 10 en el sistema de la sección transversal de tonel de fuselaje y de la sección transversal equivalente. La sección transversal de un tonel de fuselaje 24 se representa de forma esquemática para la ilustración del efecto de la utilización de una sección transversal con estructura complementaria 1. Se puede reconocer claramente que el sistema de la sección transversal equivalente con estructuras complementarias conduce a una reducción significativa de la necesidad de espacio para tales ensayos. De esta manera, son posibles de una forma económicamente eficiente ensayos de material para estructuras grandes a investigar. La estructura complementaria 1 indicada recibe la pieza bruta de ensayo, el carenado de fuselaje 14 con la cuaderna 23, y forma con ésta la sección transversal equivalente. A través de la desviación de la sección transversal equivalente desde la sección transversal del fuselaje 24 resultan, condicionados por la geometría, efectos secundarios no deseados, que perjudican la representatividad de las mediciones. Para contrarrestar estos efectos se emplea, por ejemplo, un puntal de cuaderna pasivo 10.

El puntal de cuaderna pasivo 10 está reproducido en la figura 10 como esbozo de montaje. El puntal de cuaderna 10 es principalmente un medio para la compensación de la introducción de la fuerza tangencial excéntrica. Su efecto se basa en impedir una rotación de las cabezas de las cuadermas. Por consiguiente, en la forma de realización pasiva la rigidez a la flexión del puntal de la cuaderna 10 debe ser aproximadamente un orden de magnitud más alto que el de la unión de la cuaderna y el revestimiento. Al mismo tiempo se posibilita una modificación telescópica de la longitud de marcha fácil a través de la compensación de la longitud 18 del brazo interior 20 y del brazo exterior 21 del puntal de cuaderna pasivo 10. Las modificaciones condicionadas por la dilatación de la medida del arco del carenado del fuselaje 14 en dirección circunferencial se compensan de esta manera pasivamente. A través de una cabeza de la cuaderna 22, respectivamente, el brazo interior 20 y el brazo exterior 21 están unidos con la cuaderna 23, que está conectada, por su parte, con el carenado del fuselaje 14.

El principio del puntal de cuaderna activo 9 se representa en la figura 11. Corresponde a una ampliación del puntal de cuaderna pasivo 10. En este caso, el brazo interior 20 está conectado a través de una articulación 25 con la cabeza de la cuaderna 22. Adicionalmente, paralelamente al brazo interior 20 está dispuesto un actuador de corrección 17 en éste, cuyo vástago de pistón incide en una articulación 26, que está dispuesta de la misma manera en la cabeza de la cuaderna 22. Si se produce ahora una dilatación como consecuencia de la sobrepresión en la dirección circunferencial del carenado del fuselaje, se mueve el brazo interior 20 fuera de la compensación de la longitud 18. Para evitar realmente una rotación de la cabeza de la cuaderna 22 e independientemente de las rigideces a la flexión del puntal de la cuaderna, se ajusta ahora a través de tracción / presión del actuador de corrección 17 el momento de flexión en ángulo fiel o hipercorrecto sobre las articulaciones 25 y 26.

Lista de signos de referencia

35	1	Estructura complementaria – “caja de presión blanda”
	2	Pestaña transversal
	3	Brazo
	4	Pestañas longitudinales
	5	Medio de fijación
	6	Cavidad en forma de embudo
40	7	Disco de empotramiento
	8	Troncos de pirámides
	9	Puntal de cuaderna activo
	10	Puntal de cuaderna pasivo
	11	Sección horizontal
45	12	Sección elipsoidal, cuarto de elipse
	13	Estructura complementaria – cuerpo de carenado
	14	Carenado de fuselaje
	15	Membrana
	16	Anclaje de tracción
50	17	Actuador de corrección
	18	Compensación de la longitud
	19	Piezas de presión
	20	Brazo interior
	21	Brazo exterior
55	22	Cabeza de cuaderna
	23	Cuaderna
	24	Sección transversal de un tonel de fuselaje
	25	Articulación dentro del brazo interior de la cabeza de la cuaderna
60	26	Articulación del actuador de la fuerza de corrección de la cabeza de la cuaderna

REIVINDICACIONES

- 5 1.- El dispositivo de ensayo de la tensión de flujo plástico por cizallamiento para carenados de fuselaje está constituido por acopladores de carenados (13), carenados de fuselaje (14), medios (5) para la fijación de acopladores de carenados (13) y carenados de fuselajes (14) así como medios (17) para la introducción de la fuerza de corrección, en el que los carenados de fuselaje (14) están conectados con medios (5) para la fijación con acopladores de carenados (13) formando una sección transversal equivalente para el fuselaje y por que la sección transversal equivalente está configurada de N carenados de fuselaje (14) con N acopladores de carenados (13), siendo N un número entero y mayor que 1.
- 10 2.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los acopladores de carenados (13) están configurados con una sección transversal en forma de V y por que la sección transversal en forma de V está constituida por dos brazos rectos, que están unidos entre sí por medio de un redondeo, en el que se suprime la utilización de superficies de contacto para la introducción de la fuerza de corrección por medio de piezas de presión (19).
- 15 3.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los acopladores de carenados (13) están configurados con una sección transversal en forma de Y y por que la sección transversal en forma de Y está constituida por dos brazos rectos, que están conectados entre sí por medio de una prolongación recta común, en el que la prolongación contiene medios para la introducción discreta de la fuerza de corrección a través de anclajes de tracción (16).
- 20 4.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la sección transversal equivalente está constituida por dos, tres o cuatro carenados de fuselaje (14) y por el número correspondiente de acopladores de carenados (13).
- 25 5.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los medios para la fijación (5) del carenado del fuselaje (14) en los acopladores de carenados (13) están constituidos por una cavidad (6) en forma de embudo y por un disco empotrado (7) configurado de forma correspondiente a ella así como por tornillos y tuercas, en el que en el lado superior del disco empotrado (7), que está dirigido hacia el carenado de fuselaje (14) está previsto un estriado de troncos de pirámide (8).
- 30 6.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el acoplador de carenados (13) está configurado de resina epóxido reforzada con fibras de vidrio.
- 35 7.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que los carenados de fuselaje (14) están configurados como carenados de fuselaje reforzados con cuadernas y por que está previsto un puntal de cuaderna pasivo (10), que presenta un brazo interior y un brazo exterior (20, 21), conectado a través de una compensación de la longitud (18), en el que los puntales de cuadernas pasivos (10) están configurados de tal forma que se puede compensar la introducción de fuerza tangencial excéntrica, en el que el ángulo relativo entre las cabezas de las cuadernas bajo la carga del carenado de fuselaje se mantiene aproximadamente constante.
- 40 8.- Dispositivo de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que los carenados de fuselaje (14) están configurados como carenados de fuselaje reforzados cuadernas y por que está previsto un puntal de cuaderna activo (9), que presenta un brazo interior y un brazo exterior (20, 21), conectado a través de una compensación de la longitud (18), y por que, además, el brazo interior (20) está conectado a través de una articulación (25) con la cabeza de la cuaderna (22) y por que el actuador de corrección (17) está dispuesto paralelo en el brazo interior (20) y está conectado con el vástago de pistón a través de una articulación (26) con la cabeza de la cuaderna (22), de tal forma que se puede compensar la introducción de fuerza tangencial excéntrica y el ángulo relativo entre las cabezas de las cuadernas (22) bajo carga del carenado de fuselaje (14) se mantiene constantes o es hipercorregido, en el que o bien el ángulo o el momento de flexión es utilizado como variable de regulación y se ajusta la componente dependiente, respectivamente.
- 45

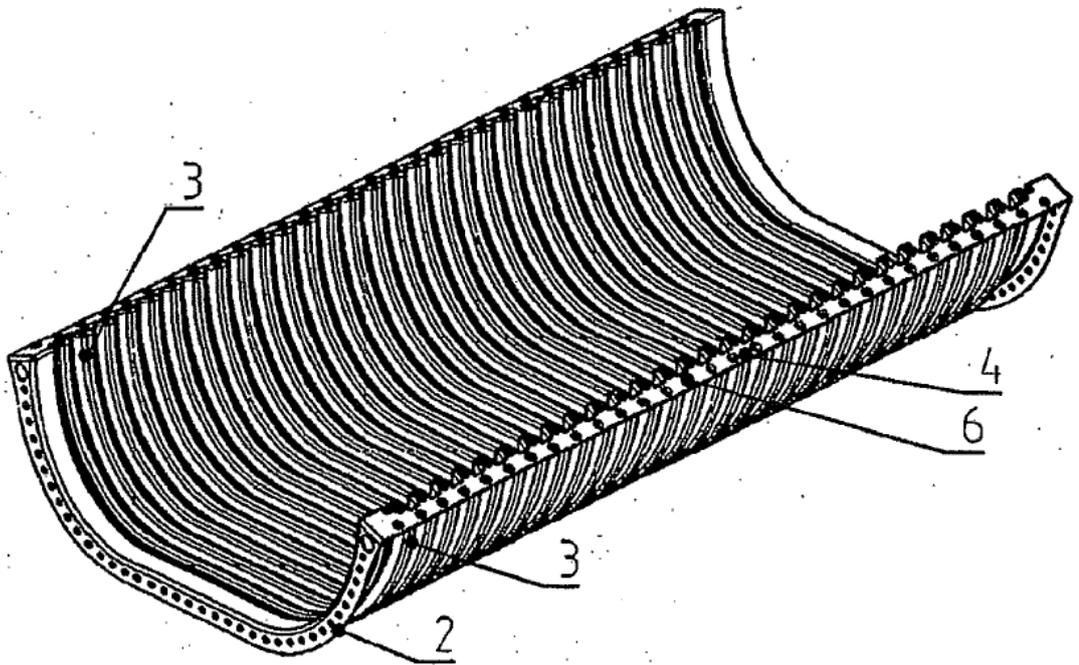


Figura 1

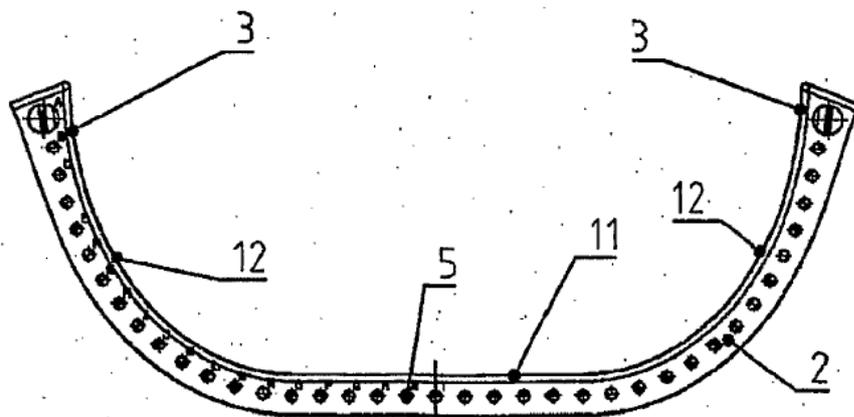


Figura 2

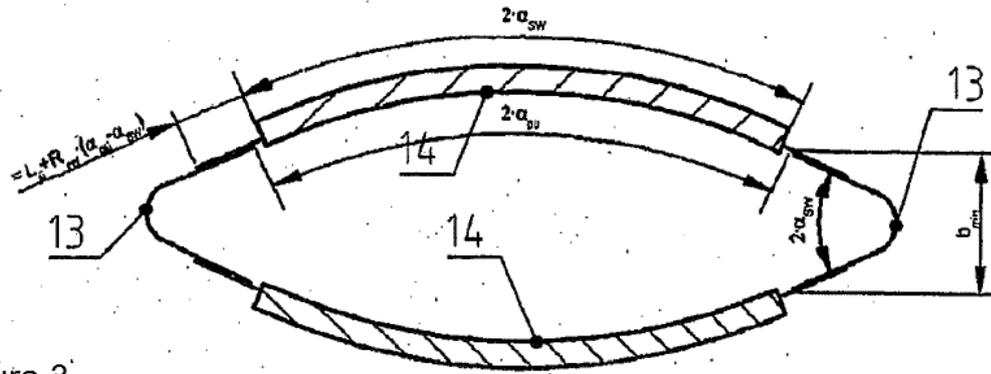


Figura 3

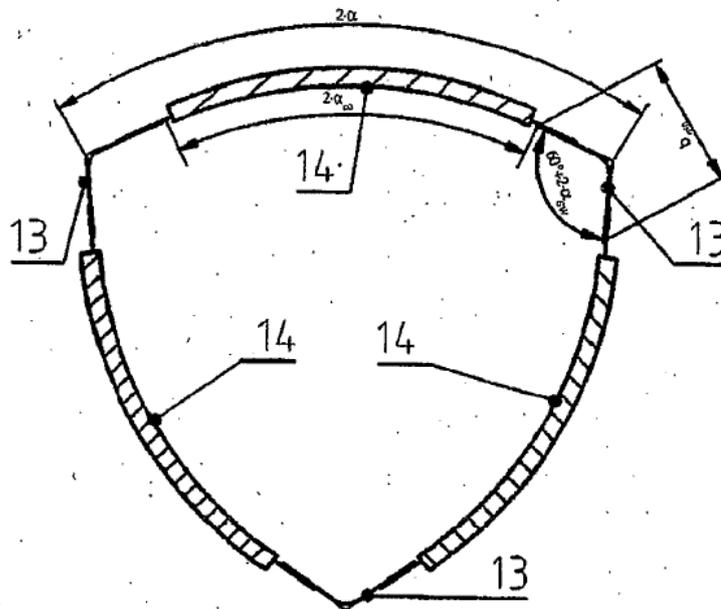


Figura 4

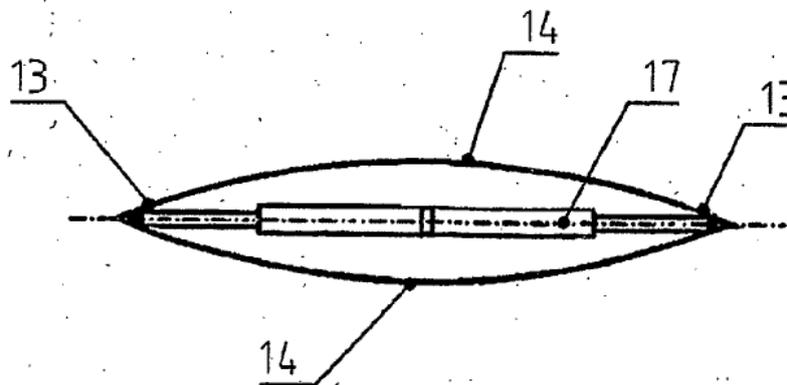


Figura 5 a)

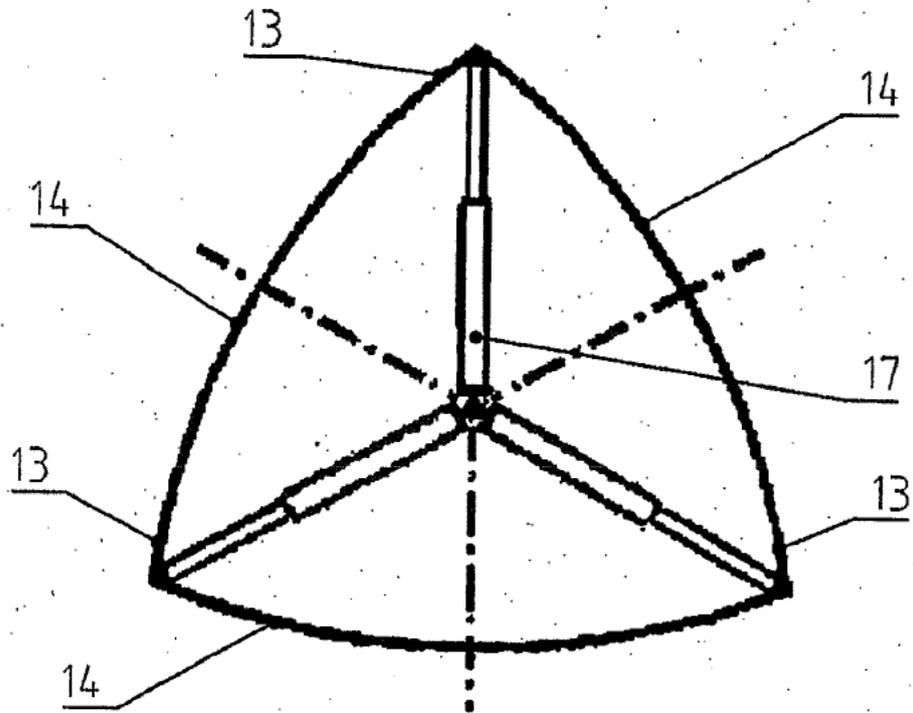


Figura 5 b)

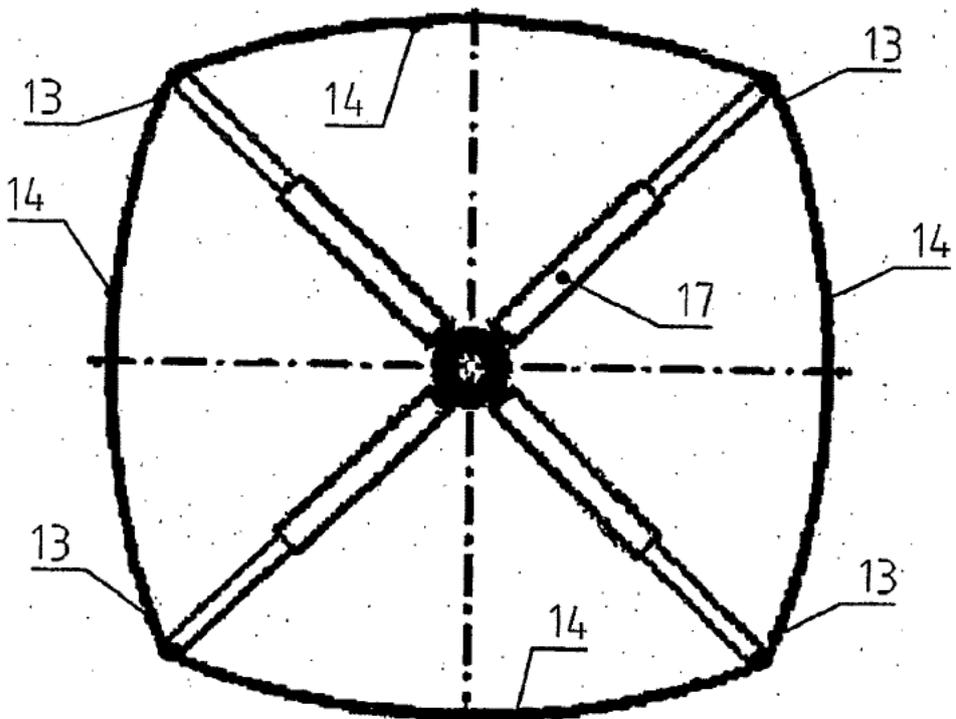


Figura 5 c)

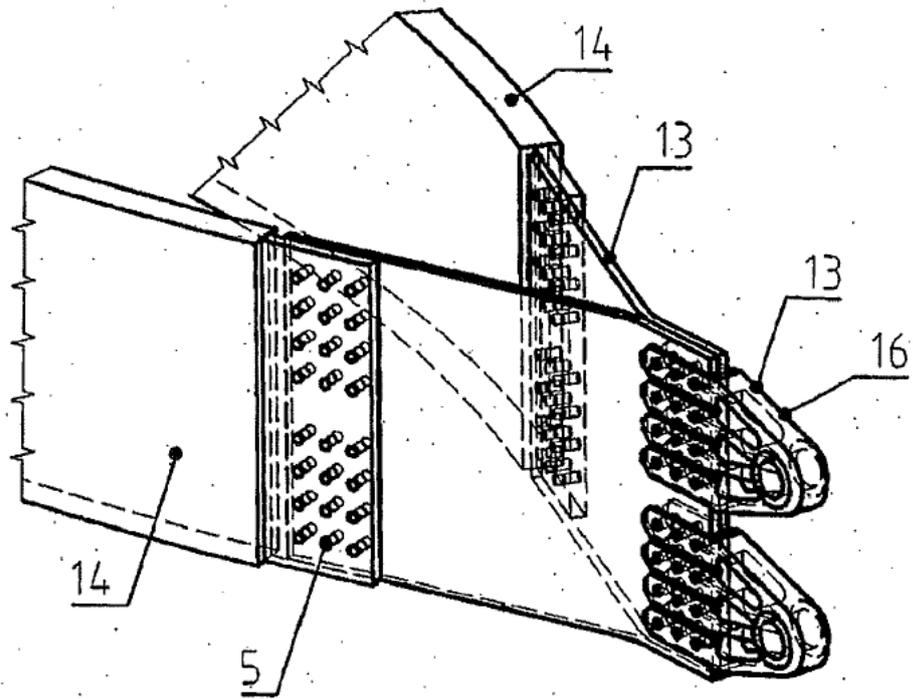


Figura 6 a)

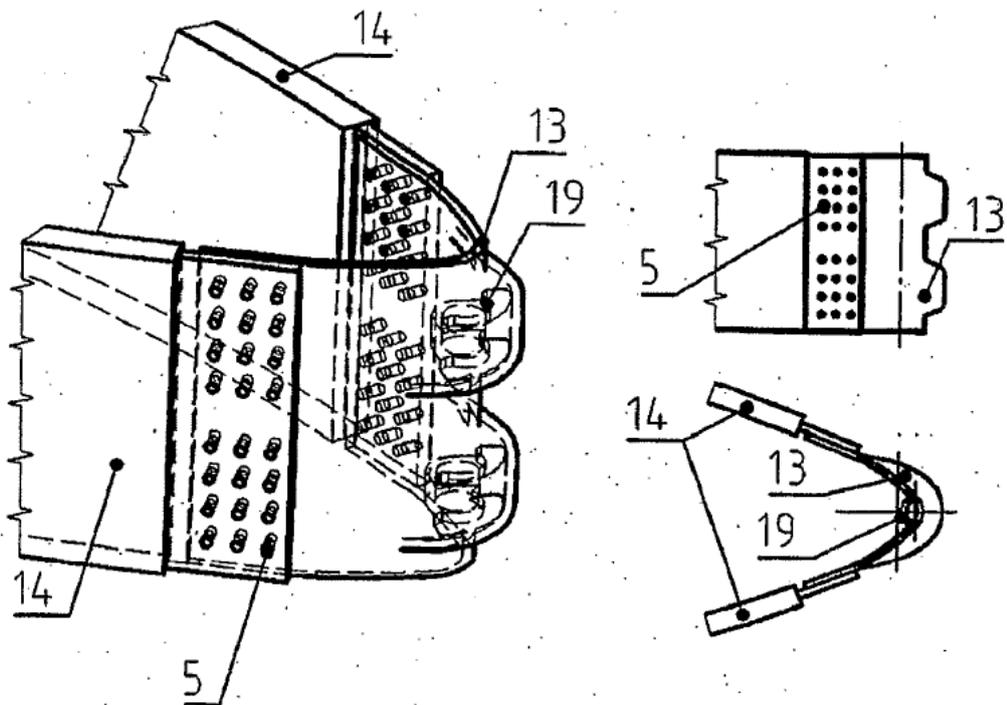


Figura 6 b)

Figura 6 c) arriba
d) abajo

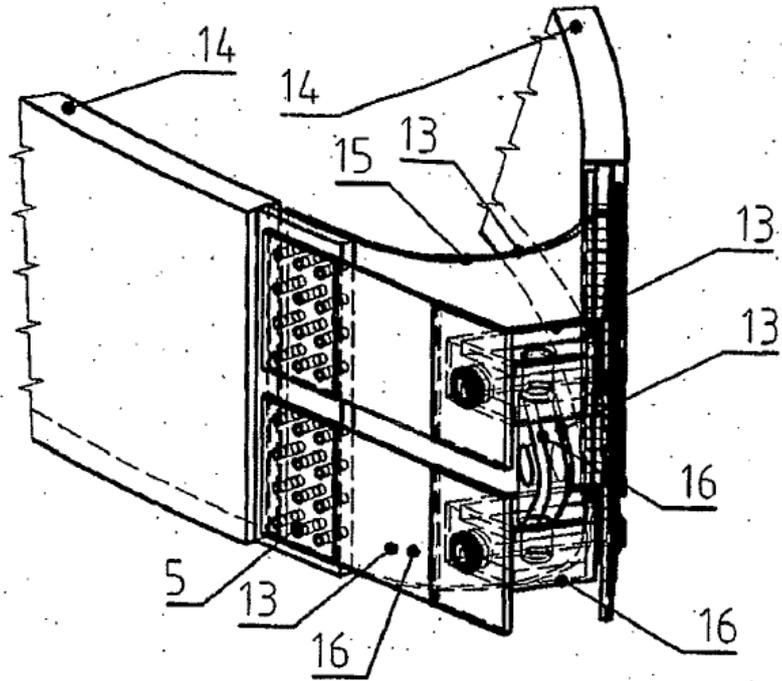


Figura 7

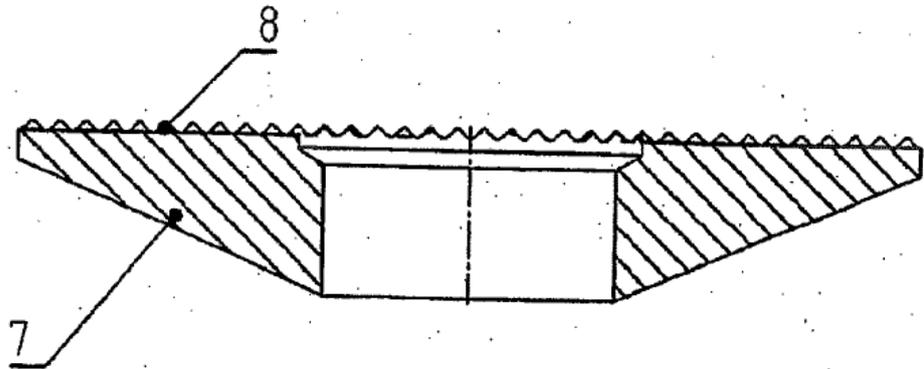


Figura 8 a)

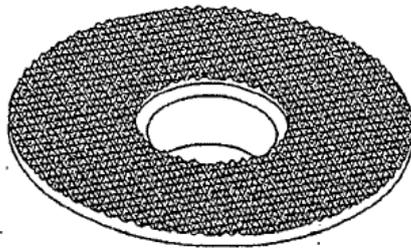


Figura 8 b)

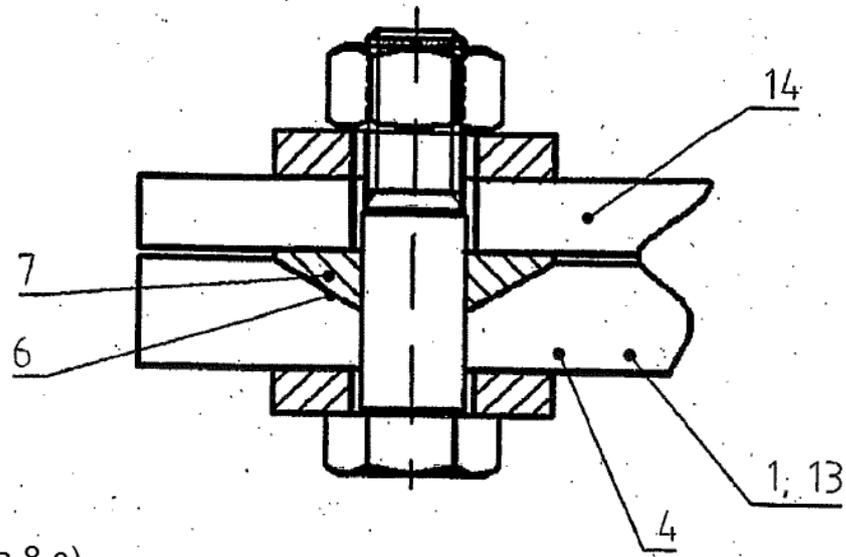


Figura 8 c)

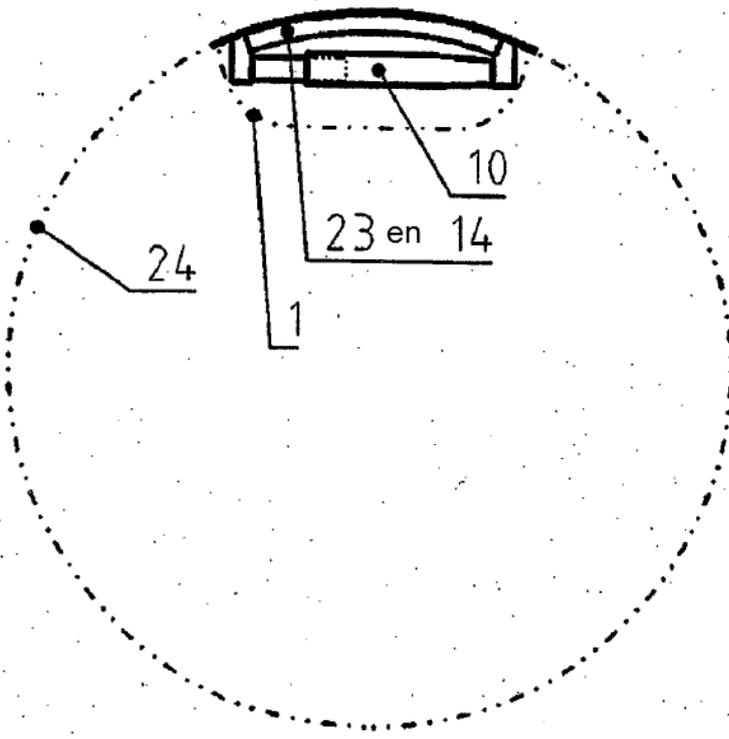


Figura 9

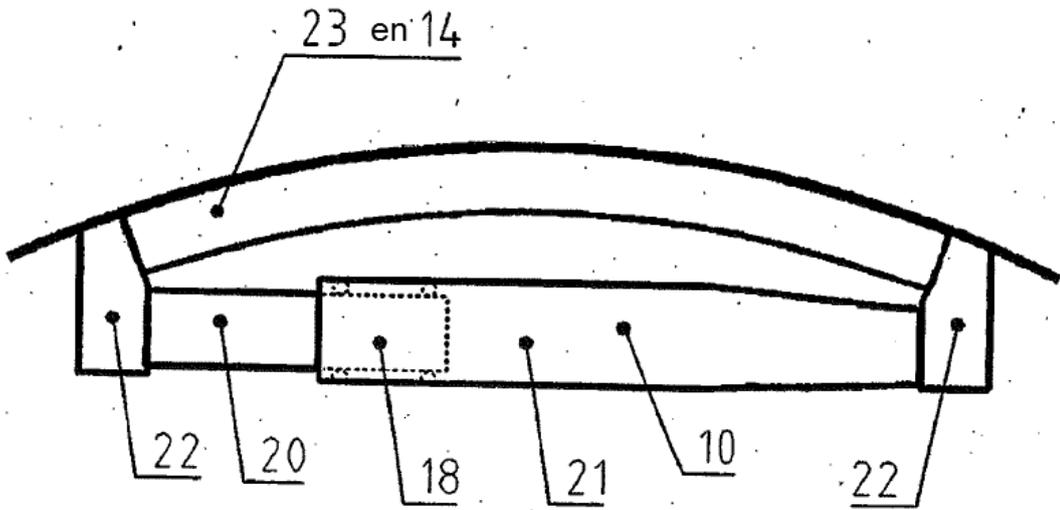


Figura 10

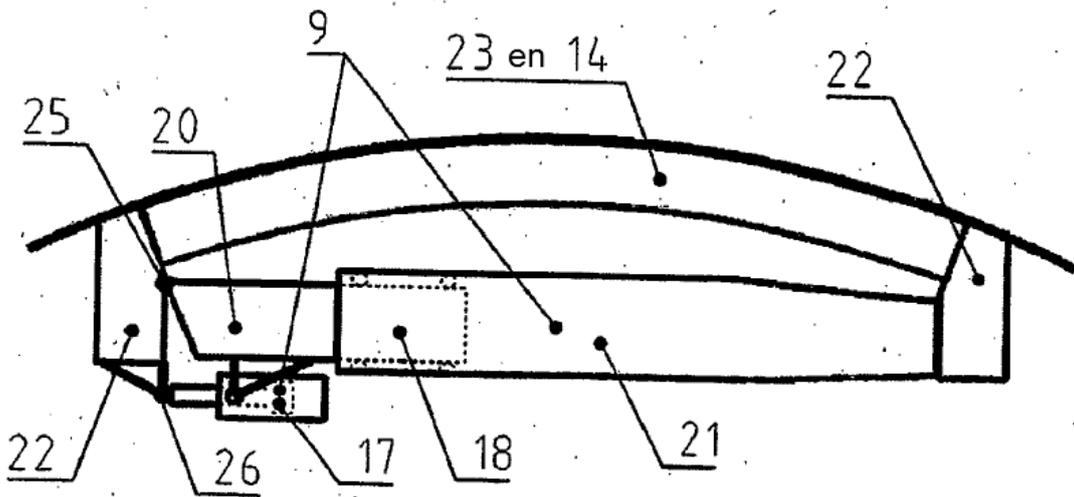


Figura 11