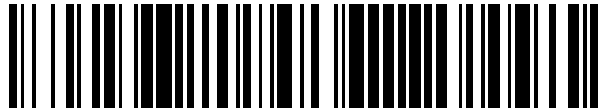


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 727**

51 Int. Cl.:

**B64D 10/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2011 E 11799245 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2640637**

54 Título: **Traje de protección contra la aceleración**

30 Prioridad:

**19.11.2010 CH 19482010**

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

**07.09.2016**

73 Titular/es:

**G-NIUS LTD. (100.0%)  
492 Airport Road Aeromedical Centre  
Singapore 539945, SG**

72 Inventor/es:

**REINHARD, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 581 727 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

Traje de protección contra la aceleración

La presente invención se refiere a un traje de protección contra la aceleración para la tripulación de aviones de altas prestaciones. Tales trajes de protección contra la aceleración se conocen en algunos modelos. Se dividen en aquellos que son cargados de aire como fluido de presión, o sea los denominados trajes de protección de presión neumática y aquellos que trabajan según el principio hidrostático, y permiten que sobre el usuario del traje de protección actúe directamente la presión hidrostática o aquellos que están provistos de conductos para líquidos, los cuales, esencialmente, se extienden en el eje Z local y momentáneo y mediante el acortamiento del perímetro del traje de protección aumentan la presión interna respecto de la columna de líquido. Simplificando, ambos son denominados trajes de protección hidrostáticos, pese a que el líquido de ninguna manera está restringido a agua.

En particular, la invención se refiere a un traje de protección neumático. De estos trajes de protección se conocen algunos, por ejemplo como por el documento EP 1 755 948 como el más próximo del estado actual de la técnica, además por los documentos US 2007/0289050, JP 2008 012 958 y De10 2007 053 236. Del documento WO03/020586 A1 se conocen las características siguientes: Un traje de protección de un material de escaso alargamiento con compartimientos o bolsillos realizados de doble pared. En estos compartimientos están insertadas mangueras de aire de plástico flexible. Las mangueras de aire pueden ser cargadas a presiones neumáticas dependientes de la aceleración y, consecuentemente, expansibles como vejigas.

Por regla general, tales trajes de protección rodean las zonas corporales o los miembros corporales a proteger mediante el traje de protección o partes del mismo. De tal manera, los miembros o las zonas corporales particularmente expuestos a frecuentes aceleraciones extremas son puestos bajo presión dentro de tales trajes de protección mediante vejigas o mangueras cargadas de aire o gas comprimido en función de las aceleraciones en el eje Z momentáneo y local, denominado  $G_z$ , con lo cual se opone a la presión hemostática. Este es el objetivo general de tales trajes de protección.

Con los trajes convencionales, el coste para una protección anti-G suficiente todavía es considerable y un objetivo de esta invención es reducir este coste mediante un nuevo traje. Este traje de protección debería, bajo todas las circunstancias y todas las condiciones, ser eficaz sin un comportamiento especial del usuario, como es el caso en trajes convencionales, en particular en la zona límite. Los trajes de protección convencionales son relativamente pesados y rígidos, y el usuario sufre fácilmente el sudor, lo cual influye negativamente en su estado de ánimo. Algunos trajes pueden ocasionarle al usuario dolores de pies y brazos (foot- and armpain) y respecto de la respiración inducida por sobrepresión (Positive Pressure Breathing PPB) existen, en general, dudas médicas. Un traje anti-G perfeccionado, además de la protección anti-G absolutamente fiable, es decir evitar fiablemente un así denominado G-Loc, debería asegurar dicha protección anti-G con un coste menor tanto como sea posible, a ser posible sin que sea necesaria una respiración bajo presión, y debería sin interferencia del usuario, es decir sin "Anti G Straining Maneuvers" (AGSM) por parte del usuario, desplegar su eficacia óptima en todas las situaciones y brindar un confort lo más grande posible, a semejanza de la ropa interior. De esta manera debe prevenir fiablemente un cansancio prematuro del usuario y evitar fiablemente los dolores. Además, ha de brindar una protección automática a la altura, es decir que ante una brusca despresurización garantizar una protección suficiente, y también una ayuda de empuje hidrostático al ser sumergido en agua. Opcionalmente, ha de incluir un dispositivo de refrigeración activo. El traje debe poder ser fabricado como traje estándar y convertir en obsoleto una hechura a medida para usuarios individuales de tales trajes, como era necesario hasta la actualidad.

Esto se consigue mediante un régimen de presiones, en el que diferentes partes del cuerpo son cargados con diferentes presiones, incluso también mediante las fuerzas de reacción del traje de protección. Para este propósito, las diferentes zonas del traje de protección son acondicionadas diferentes.

Como las fuerzas de compresión del forro del traje de protección sobre el cuerpo del usuario son diferentes, en función de la parte del cuerpo a proteger, las vejigas consiguen dichas presiones deben ser dimensionadas de tamaños diferentes. Como se desprende de los documentos según el estado actual de la técnica, los volúmenes de las vejigas son comparativamente grandes, lo cual en conexión con la compresibilidad del aire y teniendo en cuenta los elevados índices de comienzo de la  $G_z$ , produce una reacción ralentizada de los trajes de protección.

El objetivo de la presente invención es que la presión interior del cuerpo protegido mediante el traje de protección sea comandada conforme a la altura relativa de la parte a proteger del cuerpo y conforme a la aceleración  $G_z$  actuante local y momentáneamente y, además, mantener reducidos los volúmenes a llenar. Además de ello, el traje de protección debe ser confortable de vestir, sin exigir una forma ajustada con precisión. Debe ser fácil de vestir y desvestir, sin necesidad de respiración bajo sobrepresión y brindar funciones adicionales, por ejemplo un dispositivo de protección de altura y una climatización.

Otro objetivo de esta invención es facilitar mediante el cambio rítmico de dicha presión interior el retorno venoso del usuario. La consecución del objetivo propuesto se describe en la reivindicación 1 respecto de sus características principales y en las demás reivindicaciones respecto de configuraciones ventajosas adicionales.

El traje según la invención se compone de un forro de un material textil de escasa expansión, tanto respecto del alargamiento de fibra como también del alargamiento de ligamentos. En dicho forro y fijados al mismo se han aplicado compartimientos, por ejemplo mediante costuras o adhesivos o soldaduras. Estos compartimientos se forman doblando el forro aplicando una tira de material textil sobre el interior y el exterior del forro, de manera que solamente estén unidos con el forro por el borde. Dichos compartimientos se componen igualmente de materiales textiles, en el primer caso del mismo material que el forro, en el segundo caso, por ejemplo, de un tejido expandible de malla en cadena que se encuentra en la cara interna del forro. Estos compartimientos tienen incorporadas mangueras flexibles de un elastómero que se expande con carga de presión. Los compartimientos nombrados en primer término pueden ser expandidos más allá de su volumen relajado mediante la expansión del lado de frente al cuerpo del usuario. Ponen al traje de protección contra la aceleración vestido sobre un cuerpo individual, por decirlo así bajo una pretensión hasta que la tensión de circulación  $\sigma$  en el cuerpo del usuario genere la presión interna necesaria. Los compartimientos no expandibles nombrados en segundo término continúan tensionando el forro ya que son estrechados en su anchura bajo la presión incrementada en la manguera de aire.

En una ampliación de la idea de la invención, en los compartimientos del primer tipo que se extienden de los pies al escote es posible, opcionalmente, insertar conductos llenados parcialmente de agua. Estas contienen varias bolsas de aire que están fijadas al interior de los conductos de agua y son llenadas secuencialmente de abajo hacia arriba con aire comprimido. De esta manera, el agua es desplazado de abajo hacia arriba y en el traje de protección contra la aceleración genera una presión rítmicamente ascendente y una presión descendente al expulsar el aire secuencialmente o totalmente de las bolsas de aire. Esto alivia la circulación y/o aumenta la capacidad de llenado del corazón.

Mediante el dibujo adjunto se explica en detalle la idea de la invención. Muestran:

La figura 1a, una sección transversal esquemática a través de una parte corporal en estado inactivo del traje de protección;

la figura 1b, la misma sección transversal en estado activado del traje de protección;

25 las figuras 2a, b, una manguera de aire del primer tipo, denominado "spacer", en sección transversal;

las figuras 3a, b, una manguera de aire del segundo tipo, denominado "músculo", en sección transversal;

la figura 4, un compartimiento con spacer activo y vejigas compensadora de presión atmosférica activa;

la figura 5, un compartimiento con spacer activa y vejigas compensadora de presión atmosférica activa;

la figura 6, una vista frontal del traje de protección;

30 la figura 7, una vista posterior del traje de protección;

la figura 8, una sección longitudinal a través de un conducto de agua;

la figura 9a, una vista de arriba sobre una manguera de climatización sin aire;

la figura 9b, una vista de arriba sobre una manguera de climatización con aire;

35 la figura 10, un diagrama con datos comparativos respecto de la carga G soportable al vestir un traje de protección convencional y al vestir un traje de protección de acuerdo con la invención;

la figura 11, un diagrama von datos comparativos respecto de la evolución de la frecuencia cardíaca con carga G normalizada al vestir diferentes trajes de protección convencionales y al vestir el traje de protección de acuerdo con la invención;

40 la figura 12, los límites de carga G sobre el eje Z del traje de protección de acuerdo con la invención en comparación con tres trajes de protección convencionales A, B y C;

la figura 13, la variación promedio de los parámetros cardiovasculares, es decir de los componentes directos (partes iguales), en comparación con la base, considerando en los diferentes trajes de protección la carga  $G_z$  normalizada y alcanzada relativamente.

45 La figura 1a muestra, esquemáticamente, una sección transversal a través de una parte corporal 1, por ejemplo un muslo. Esta parte corporal 1 es envuelta de manera ceñida por un forro textil 4 de un traje de protección. En el interior del forro textil 4 se encuentran fijadas, por ejemplo, dos mangueras de aire 2. En la figura 1a, las mangueras 2 están vacías y se encuentran planas entre la parte corporal 1 y el forro 4. Las mangueras de aire 2 se componen de un elastómero, o sea que son flexibles y expandibles. Están, tal como muestra la figura 3, envueltas al menos en un lado de recubrimientos textiles expandibles a los cuales están fijadas en el interior del traje 4, es decir en aquel lado del forro textil 4 que está orientado hacia la parte corporal. Si ahora las mangueras de aire 2 son cargadas de aire comprimido, tensan el forro 4 y generan una tensión de circulación  $\sigma$  que mediante la razón

$$\sigma = p \cdot r$$

genera una presión p en el interior del tejido corporal. Por consiguiente, en

$$p = \frac{\sigma [N/m]}{r [m]} \quad [N/m^2]$$

p es inversamente proporcional a la curvatura local r de la parte corporal.

- 5 El traje, compuesto por el forro 4, es fabricado, preferentemente, de un material escasamente expandible, por ejemplo de fibras de aramida con un alargamiento reducido de ligamentos y fibras. Es llevado directamente sobre la piel, con lo cual también se prescinde de la compresibilidad de una ropa interior clásica. Por motivos higiénicos, el traje puede ser llevado, opcionalmente, con una ropa interior textil finísima separada adaptada. El traje de protección es lavable en una lavadora convencional.
- 10 Para la generación de la presión interior en el cuerpo del usuario, las mangueras de aire de un primer tipo especial según las figuras 2a, b se usan ahora como desplazadores, que de aquí en adelante por su función serán denominados "spacer". La figura 2a muestra una sección transversal a través de un compartimiento 6 de un "spacer" de este tipo. El compartimiento 6 en las figuras 2a, b se compone ahora en el lado orientado hacia el cuerpo del usuario de una lámina cobertora 8 de una tela o tejido textil de malla elástico, mientras que el lado opuesto del
- 15 compartimiento textil 6 se compone de un material inelástico. La convexidad de la lámina de cobertura 8 apenas aporta algo a la tensión de circulación  $\sigma$ , mientras que el forro 4 solamente traslada la presión. Contrariamente, una manguera de aire 2 de este tipo presiona con la lámina de cobertura 8 contra el cuerpo del usuario y en el mismo genera directamente la presión interna necesaria. O sea, estos "spacer" no generan un acortamiento directo y selectivo de la sección transversal del compartimiento textil, sino más bien el "spacer" actúa por presión sobre el
- 20 lado interior elástico 8 del compartimiento textil 6 que descansa sobre la superficie corporal del usuario y, por lo tanto, ejerce una presión local sobre dicha parte corporal y los vasos contenidos. Por supuesto, la tensión de circulación  $\sigma$  generada como fuerza reactiva es transmitida mediante el forro 4 también al resto de la parte corporal, de manera que se consigue sobre el cuerpo un contacto pleno del traje de protección. En primer lugar, mediante dichos "spacer" se compensa la topografía corporal del usuario. Para ello, el traje es fabricado adaptado a diferentes superficies corporales y se genera una tensión básica, de manera que el traje contacta estrechamente en todos
- 25 lados sobre la superficie corporal de un usuario individual del traje. Por consiguiente, esta es la función primaria del tipo de compartimiento denominado "spacer". Sin embargo, para generar la presión interna necesaria, de acuerdo con la constitución diaria del usuario del traje ello no es siempre suficiente, por lo cual se recurre a otros compartimientos de segundo tipo, tal como se describirá más adelante.
- 30 También es el objetivo del traje según la invención, no tener que poner a disposición de cada piloto una vestimenta hecha a medida, sino de poder arreglarse dentro de una clase de tamaños de usuarios, mediante un traje estándar. La aplicación de presión a mangueras 2 del primer tipo - como ya se ha dicho, denominadas en adelante "spacer" - sirve precisamente para este propósito.
- Las mangueras de aire 2 de los "spacer" pueden estar provistas de conductos de aireación 21 extendidos a lo largo
- 35 de los mismos, provistos de aberturas labiadas. A través de estas aberturas labiadas puede salir al aire que es soplado desde un ventilador eléctrico separado integrado al traje de protección. Este ventilador instalado en el traje de protección aspira aire exterior y lo sopla en los conductos de ventilación 21. El aire llega entonces al interior de la bolsa textil y de allí, debido a la sobrepresión imperante en el mismo, a través de la tela textil permeable ajustado a la superficie corporal del usuario, donde genera un efecto refrigerante.
- 40 Las figuras 3a, b muestran una sección transversal a través de una manguera de aire 2 expandible en un compartimiento textil del segundo tipo. La manguera expandible 2 hecha de un elastómero está insertada en un compartimiento textil 6 de un material textil similar, o sea escasamente expandible, tal como el forro 4 del traje. Las mangueras de aire en el interior del traje 4 están fijadas a dicho compartimiento textil 6, con lo cual las secciones transversales de contorno de las mangueras siguen a aquellos del compartimiento textil 6. Cuando la presión de aire
- 45 en la manguera de aire es mayor que la exterior, la misma se hincha por sí sola. El material textil del compartimiento textil no puede ser expandido en ninguna parte y, por lo tanto, se acorta la anchura del compartimiento textil, comparado con su anchura en estado chato del compartimiento textil. Consecuentemente, el traje de protección se contrae fuertemente alrededor de las extremidades del usuario. Opcionalmente, tal como se muestra aquí, a lo largo de las mangueras de aire 2 en el compartimiento textil 6 se encuentran integrados a la manguera de aire 2 unos
- 50 conductos de aireación 21 que se extienden separados en el traje de protección de tal manera que se forma una superficie lisa que contacta el lado interior del compartimiento textil 6. Aquí es posible ver los conductos de aireación 21 en sección transversal. En el lado orientado al material textil los mismos presentan un número de aberturas labiadas. Con una presión interior aumentada, dichos labios se abren y el aire fluye difundiendo a través del material textil permeable al aire ceñido a la superficie del cuerpo del usuario y la refrigera. Como ya se ha descrito, el
- 55 suministro de aire se produce por medio del ventilador eléctrico.

En la figura 3a, la manguera 2 está vacía, en la figura 3b está parcialmente llena de aire. Aquí es evidente que los conductos de aireación 21 separados están insertados en la manguera de aire 2 de tal manera que se forma una superficie lisa. El compartimiento 6 se forma con el forro 4 y una lámina – interna – de cobertura 7, ambos del material escasamente elástico del forro 4 del traje. Al hinchar la manguera de aire 2, el mismo llena en primer lugar todo el compartimiento 6 y acorta así la dimensión transversal o la anchura del compartimiento 6. Por eso, los compartimientos textiles así estructurados son denominados “músculos”. O sea, dichos “músculos” acortan su camisa no expandible y generan de este modo una presión homogénea sobre el cuerpo del usuario.

La figura 4 muestra otra realización de un compartimiento textil del primer tipo con una manguera de aire 2 actuante como “spacer”, con los dos lados 4 y 7 diferentes del compartimiento textil, concretamente el lado 4 inelástico y el lado 7 elástico. Como una particularidad, se ha incorporado en este caso, entre la manguera de aire 2 y el lado exterior inelástico del compartimiento textil, una vejiga plástica 25 de pared delgada, cerrada y separada. Con presión exterior descendente, el volumen de la misma se hincha y el lado interior 26 de la vejiga 25, que está opuesta a la manguera de aire 2 del “spacer”, se ajusta al mismo y actúa como compensación automática de la presión atmosférica descendente en vuelo ascensional. En la figura 4, dicha vejiga 25 está inactiva porque la presión exterior no ha caído sustancialmente. La figura 5 muestra lo que sucede cuando la presión exterior desciende. Correspondientemente, la vejiga 25 se expande, como así también la manguera de aire 2 del “spacer”. Con ello se genera una compensación respecto de la presión atmosférica descendente. Sin embargo, dicha vejiga 25 adicional también puede ser fabricada de manera que, adicionalmente, la manguera de aire 2 es cubierta exteriormente de una membrana elástica de caucho que después hace contacto con el forro 4, de manera que la manguera de aire 2 misma forma con su cara exterior la cara interior 26 de la vejiga 25. De este modo, dicha combinación en el traje de protección se torna menos rígida.

Las figuras 6 y 7 muestran un traje de acuerdo con la invención estructurado según esta idea con, por un lado, compartimientos textiles actuante como “spacer” y, por otro lado, compartimientos textiles actuantes como “músculo”. En este caso, las mangueras de aire están identificadas según su tipo, que es asignado con preferencia a los diferentes lugares. Debido a que esto depende de la estructura física del usuario, pero también puede estar sujeta a la preferencia individual, tales asignaciones son siempre posibles también de manera alternativa. Las mangueras de aire de primer tipo – o sea “spacer” según las figuras 2a, b – tienen la referencia 9, es decir que las mangueras de aire según las figuras 3a, b actuantes como “músculo” llevan la cifra 10. Preferentemente, más o menos un 40 por ciento de los compartimientos textiles de un traje de protección que cubren el cuerpo presentan una función de “spacer” o una función de “músculo”, o bien ambas funciones ocupan más o menos la misma superficie de compartimientos textiles sobre el cuerpo de un usuario.

Un traje según la figura 6 presenta en las cuatro extremidades un cierre de cremallera 11, asimismo una abertura principal que se extiende desde el cuello hasta una ingle, pudiendo dicho cierre de cremallera también estar dispuesto céntrico, diferente al mostrado aquí. Una vejiga de presión 12 central con la cual comunican, directa o indirectamente, todas las mangueras de aire 9, 10, tienen una válvula principal 13 mediante la cual se establece la conexión al suministro de aire comprimido del avión, por regla general mediante una manguera 14. A lo largo de brazos y piernas se conduce, en cada caso, una manguera de aire 9, 10, pudiendo ambas extenderse desde encima de la rodilla hacia arriba por encima del tórax. Los pies y las manos quedan sin ser cubiertos por el traje.

La válvula principal 13 es al mismo tiempo una válvula de seguridad. La misma aísla la vejiga de presión 12 inmediatamente del mundo exterior, en cuanto

- la presión de cabina cae por cualquier motivo que sea, o
- falla el suministro de presión del avión.

En tal momento, el traje actúa como traje de presión y mantiene las condiciones de presión estables dentro de límites no críticos. Encima del traje de protección contra la aceleración se pueden llevar monos de piloto autorizados convencionales (overoles), en todo caso con funciones adicionales para la protección contra influencias ABQ y/o aguas frías. Además, el traje está equipado de un ventilador eléctrico 23 que es alimentado por una batería soportada por el traje. Desde este ventilador 23, los conductos de aireación 21 conducen a diferentes mangueras de aire 9, 10 y se extienden tal como ya se ha dicho a lo largo de las mismas, y están integrados lisos a su superficie.

La figura 7 muestra el mismo traje visto desde el lado posterior. Son bien evidentes las mangueras de aire 9 actuantes como “spacer” que se extienden desde los pies hasta por encima del tórax. En el medio de la espalda se encuentra una manguera de aire 9 ancha actuante como “spacer”. La figura 8 muestra en representación esquemática una sección longitudinal a través del conducto de agua 15 opcional. Se muestran tres o más bolsas de aire 16. La bolsa de aire más baja 16 ya está completamente llena, la segunda bolsa de aire 16 en parte y la tercera bolsa de aire 16 todavía está vacía. Las bolsas de aire 16 están dispuestas estacionarias en el conducto de agua 15. Además están conectadas a una tubería de aire 19 que desde abajo desemboca en el conducto de agua 15 y está conectado con un dispositivo que, directa o indirectamente, es alimentada por el suministro de aire comprimido del avión. El conducto de agua 15, que en el caso de bolsas de aire 16 vacías está lleno de agua hasta más o menos la altura de la ingle, al hinchar la bolsa de aire 16 superior es levantado en el volumen de la bolsa de aire 16. Si ahora se hincha la siguiente bolsa de aire 16, el agua continúa subiendo en el volumen de la misma. Lo mismo es válido al

hinchar la última bolsa de aire 16. A continuación, todas las bolsas de aire 16 son purgadas, con lo cual el nivel de agua baja a la altura inicial y la tensión  $\sigma$  generada adicionalmente en la parte superior del forro 4 del traje de protección adopta nuevamente el valor inicial. La aireación y purga secuencial de las bolsas de aire 16 producen un efecto de masaje que reduce el esfuerzo cardiovascular.

5 En las figuras 9a, b se muestran los conductos de aireación 21 que se usan para la aireación y refrigeración. En el forro 4 del traje se han insertado fijada una pluralidad de tales conductos de aireación 21, compuestos también de un elastómero. En estado vacío son chatos. Cada uno tiene una pluralidad de aberturas labiadas 22, las cuales, como se muestra en la figura 9b, se abren en el caso de una presión interna incrementada en el conducto de aireación 21 y crean el paso para el aire que fluye a través de los conductos de aireación 21. Los conductos de aireación 21 también pueden estar conectados a la vejiga 12, sin embargo esto obliga a tener una válvula de retención en la vejiga 12 para que en caso de una pérdida de presión en la tubería de alimentación del avión o de la atmósfera en la carlinga permanezcan activas las funciones principales del traje de protección contra la aceleración. Alternativamente, los conductos de aireación 21 tienen su propio suministro de aire, ya sea desde del avión o autónomamente desde del traje mediante un ventilador que también puede presentar una alimentación eléctrica integrada al traje. De esta manera, el traje también puede ser aireado cuando el piloto se encuentra fuera del avión en posición de espera. De las sala de instrucciones o sala de espera, que frecuentemente están climatizadas, antes de una misión transita hacia el avión y allí rigen temperaturas que frecuentemente pueden ser muy elevadas y a las que el piloto está expuesto por un tiempo breve. Ello hace que el piloto dentro de un traje de protección comience en pocos minutos a sudar profusamente. Esto es muy inconveniente para su bienestar y acelera el cansancio. Consecuentemente, es de gran valor que el cuerpo dentro del traje pueda ser enfriado eficientemente, lo que se realiza mediante la aireación eléctrica por medio del ventilador 23 y los conductos de aireación 21.

Los resultados prácticos que se consiguen con un traje de protección equipado de "músculos" y "spacer" son asombrosos. Fueron medidos en otoño de 2011 mediante pruebas en una de las mayores centrifugas para pilotos de combate y aquí se presentan de forma rudimentaria. Las personas de testeo eran en total 11 hombres y una mujer de una edad entre 27 y 56 años que tenían experiencia de vuelo de 0 a 6400 horas. Los datos fueron recopilados durante 193 sesiones de centrifuga para la simulación de 43 vuelos diferentes. La figura 10 muestra como ejemplo la carga G soportable con un traje de protección anti-G convencional, el denominado traje AEA de Air Crew Equipment Assembly de Inglaterra, sin tales compartimientos textiles diferentes, en comparación con la eficacia de un traje anti-G según la invención. Se registra la integral de la carga G soportada a lo largo del tiempo por una persona testeada de 41 años, representando la superficie rayada la integral con el traje de protección convencional, y la integral blanca debajo de la misma la carga que ha sido medida con el nuevo traje de protección. ¡Se ha comprobado que la integral con el traje de protección según la invención demostró ser de un muy impresionante 76 % mayor durante un lapso de 150 segundos!

La figura 11 muestra la frecuencia cardíaca promedio normalizada G de dicho sujeto de estudio al llevar diferentes trajes de protección a lo largo de los susodichos 150 segundos de la carga. Las curvas rayadas son el resultado con los trajes de protección convencionales, la curva blanca inferior aquel con el traje de protección según la invención. Expresados cuantitativamente, los valores que han sido conseguidos con dicho traje de protección en comparación con aquellos de rayado vertical, es decir en comparación con el traje de protección anti- G de Life Support System & Aircrew Equipment (AEA) de Inglaterra, han resultado ser un muy impresionante 44 % más bajos. La curva con el rayado horizontal pertenece al hasta ahora mejor traje anti-G de la marca LIBELLE G-Multiplus<sup>®</sup> usada en el Eurofighter e, incluso en comparación con el mismo, el traje de protección según la invención consigue resultados claramente mejores.

La figura 12 representa la carga G promedio conseguida mediante diferentes trajes de protección anti-G en dichas pruebas. ¡Con los trajes de protección convencionales A, B y C se lograron  $4.15 \pm 1.62$  G,  $4.08 \pm 1.82$  G y  $4.36 \pm 2.39$  G, mientras que con el traje de protección anti-G se alcanzaron  $5.82 \pm 2.78$  G! Y finalmente, en la figura 13 se representa como resultado irrefutable la variación promedio de los componente directos (partes iguales) derivada de los parámetros cardiovasculares en comparación con la base, teniendo en cuenta las cargas G normalizadas y relativamente obtenidas representadas sobre el eje Z vertical, el denominado Volume Loss Index (índice de pérdida de volumen), es decir  $DC_{810-normalizado}$  dividido entre la carga  $G_z$  promedio. El resultado obtenido habla por sí solo. Además, un traje de este tipo sólo pesa 1500 gramos y, por lo tanto, es tan confortable como llevar un pijama o ropa interior, ya casi imperceptible. No obstante, sus funciones son muy convincentes y superan claramente las prestaciones de trajes de protección anti-G actuales.

## REIVINDICACIONES

1. Traje de protección contra la aceleración para pilotos de aviones de altas prestaciones con un forro (4) de un material textil escasamente expandible, estando al menos partes del forro (4) realizadas de doble pared y forman de esta manera en la cara interior o exterior del forro (4) compartimientos (6) en las que se encuentran insertadas mangueras de aire (2), compuestas de plástico flexible y expandible, mangueras de aire (2) que pueden ser cargadas de presiones neumáticas en función de la aceleración y, consecuentemente, son expandibles como vejigas, caracterizado por que el traje está equipado de al menos dos diferentes clases de compartimientos (6) con mangueras de aire (2) para la formación de bolsas de aire, concretamente, en primer lugar, con compartimientos (6) actuantes como "spacer" (10) que sobre el lado orientado hacia el cuerpo del usuario se compone de una tela o tejido textil de malla elástico, mientras que el lado opuesto del compartimiento (6) se compone de un material inelástico, y que contienen en su interior una manguera de aire (2) extendida suelta, de manera que con carga de presión se puede formar mediante la manguera de aire (2) un contorno de sección transversal que es diferente de aquel del compartimiento (6) que la contiene, siendo el volumen de la manguera de aire (2) en el interior del compartimiento (6) menor que el volumen interior del compartimiento (6), y en segundo lugar con compartimientos (6) actuantes como "músculos" (9) en los cuales los compartimientos (6) están revestidos en todas partes mediante un material tubular ceñido a la cara interna, de manera que los compartimientos y mangueras de aire presentan siempre y en todos lados la misma sección transversal de contorno, y además por que en el traje de protección existe una vejiga de presión (12) que se encuentra en la zona del vientre del usuario del traje de protección contra la aceleración y a la cual todas las mangueras de aire (9, 10) se comunican libremente con todas las mangueras de aire de todos los compartimientos (6), presentando la vejiga de aire (12) al menos una válvula principal (13) a la cual se puede conectar el suministro de aire comprimido del traje de protección contra la aceleración y la cual está al mismo tiempo configurada de tal manera que cierre en el caso de caer abruptamente la presión de suministro de aire comprimido y/o la presión de la carlinga.
2. Traje de protección contra la aceleración según la reivindicación 1, caracterizado por que en los compartimientos que deben actuar como "músculos", dichos compartimientos (6) se componen del mismo material que su forro (4), por lo cual los "músculos" (9) están restringidos en su volumen, y en los compartimientos que deben actuar como "spacer" (10) la cara interna de los compartimientos (6) se compone de un material textil expandible, de manera que dentro de ellos los "spacer" (10) son expandibles en el margen de la expansibilidad de los compartimientos.
3. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los compartimientos (6) de las mangueras de aire (2) destinadas a actuar como "spacer" presentan en sus lados orientados contra la cara exterior del traje de protección unas vejigas (25) de pared delgada, para la compensación de la presión atmosférica reducida.
4. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los "músculos" (9) y los "spacer" (10) del traje de protección contra la aceleración se extienden sobre las partes corporales siguientes a ser protegidos por el traje de protección: brazos, piernas, tórax, espalda y vientre.
5. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el traje de protección incluye un ventilador eléctrico (23) para la aspiración de aire ambiental y suministro del mismo en conductores de aireación (21) que en el traje de protección se extienden separados, y en los compartimientos actuantes como "spacer" están aplicados conductos de aireación (21) con un número de agujeros (22) con labios de cierre, a través de los cuales el ventilador (23) a través de los conductos separados de aireación (21) entrega al interior de los compartimientos aire que se puede difundir a través del material de los compartimientos para el enfriamiento de la superficie corporal del usuario del traje de protección contra la aceleración.
6. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el traje de protección incluye un ventilador eléctrico (23), para la aspiración de aire ambiental y suministro del mismo en conductores de ventilación que en el traje de protección se extienden separados, y en los compartimientos actuantes como "músculos" están integrados opuestos a la cara interna de los compartimientos unos conductos de aireación (21) con un número de agujeros (22) con labios de cierre, a través de los cuales el ventilador (23) a través de los conductos separados de aireación (21) entrega al interior de los compartimientos aire que se puede difundir a través del material ceñido de los compartimientos para el enfriamiento de la superficie corporal del usuario del traje de protección contra la aceleración.
7. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el traje de protección incluye un ventilador eléctrico (23), para la aspiración de aire ambiental y suministro del mismo en conductores de aireación (21) que en el traje de protección se extienden separados, y a lo largo de las mangueras de aire en los compartimientos actuantes como "spacer" están aplicados conductos de aireación (21) con un número de agujeros (22) con labios de cierre a través de los cuales, en el caso de una presión de aire aumentada, a través de los conductos separados de aireación (21) es posible entregar al interior de los compartimientos aire que se puede difundir a través del material de los compartimientos para el enfriamiento de la superficie corporal del usuario del traje de protección contra la aceleración, así como también a lo largo de las mangueras de aire en los compartimientos actuantes como "músculos" están integrados opuestos a la cara interna de los compartimientos conductos de aireación (21) con un número de agujeros (22) con labios de cierre a través de los cuales, en caso de

una presión de aire aumentada, a través de los conductos de aireación es posible entregar al interior de los compartimientos aire que se puede difundir a través del material ceñido de los compartimientos para el enfriamiento de la superficie corporal del usuario del traje de protección contra la aceleración.

5 8. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, referidos a la superficie de las caras de compartimientos del traje de protección contra la aceleración a ceñir al cuerpo, al menos 40 % son compartimientos a actuar como "spacer", y al menos 40 % son compartimientos a actuar como "músculos".

10 9. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, referidos a la superficie de las caras de compartimientos del traje de protección contra la aceleración a ceñir al cuerpo, la mitad son compartimientos a actuar como "spacer", y la mitad son compartimientos a actuar como "músculos".

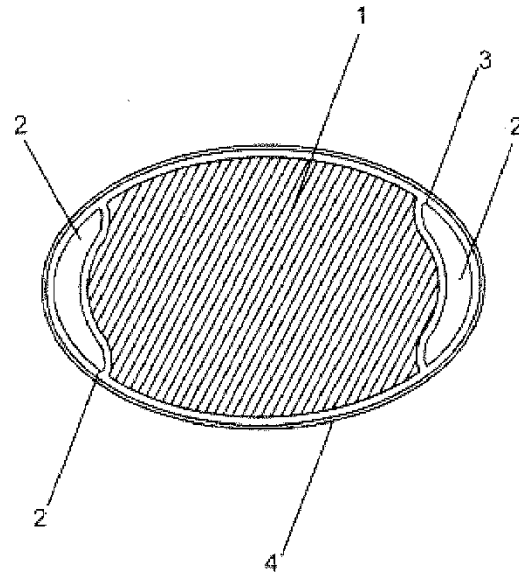
15 10. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el suministro de presión para las bolsas de aire (16) es la vejiga de presión (12), y además existe un dispositivo que se encuentra conectado aguas abajo de la vejiga de presión (12), y mediante el cual se puede producir un inflado cíclico de las bolsas de aire (16).

20 11. Traje de protección contra la aceleración según la reivindicación 10, caracterizado por que el dispositivo para el inflado cíclico de las bolsas de aire (16) conectado aguas abajo de la vejiga de presión (12) interactúa con compartimientos del primer tipo, compartimientos que se extienden desde los pies hasta la zona del cuello, y que están insertados en los conductos llenados parcialmente de agua y contienen múltiples bolsas de aire que están fijadas en el interior de los conductos de agua y posibles de llenar secuencialmente de abajo hacia arriba con aire comprimido, de manera que sea posible desplazar agua de abajo hacia arriba y generar en el traje de protección contra la aceleración una presión rítmicamente ascendente y, en el caso de una purga secuencial parcial o total de las bolsas de aire, una presión descendente, para el alivio de la circulación o bien para el aumento del nivel de llenado del corazón del usuario.

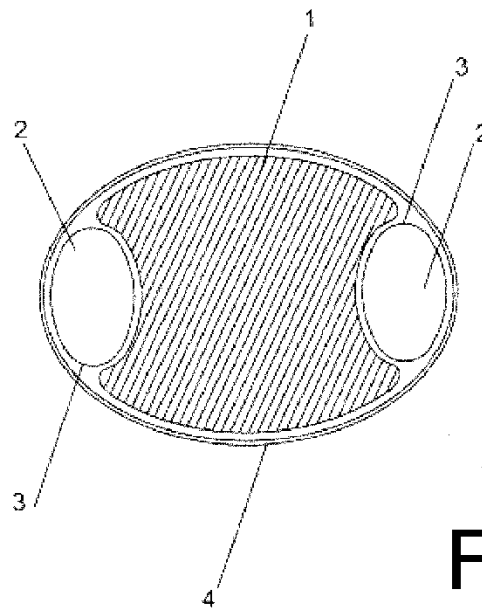
25 12. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el suministro de aire de los conductos de aireación (21) es alimentado mediante la vejiga (12).

30 13. Traje de protección contra la aceleración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que a la vejiga de presión (12) se conecta aguas abajo una válvula de retención adicional y aguas arriba los conductos de aireación (21) que se cierra en el caso de una caída abrupta de presión en la tubería de alimentación y/o de la atmósfera en la carlinga.





**Fig. 1a**



**Fig. 1b**

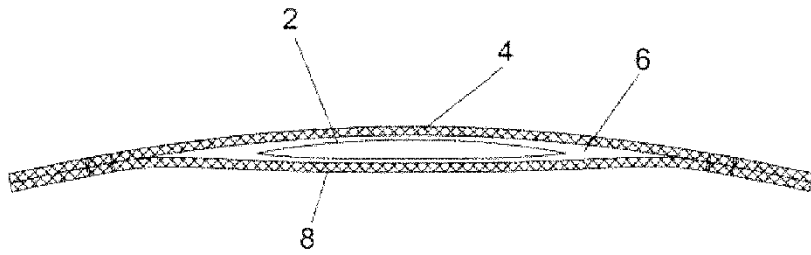


Fig. 2a

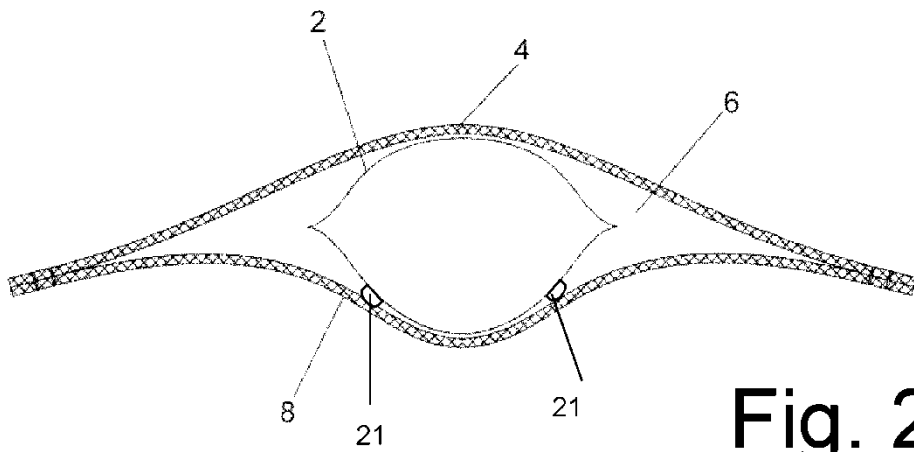


Fig. 2b

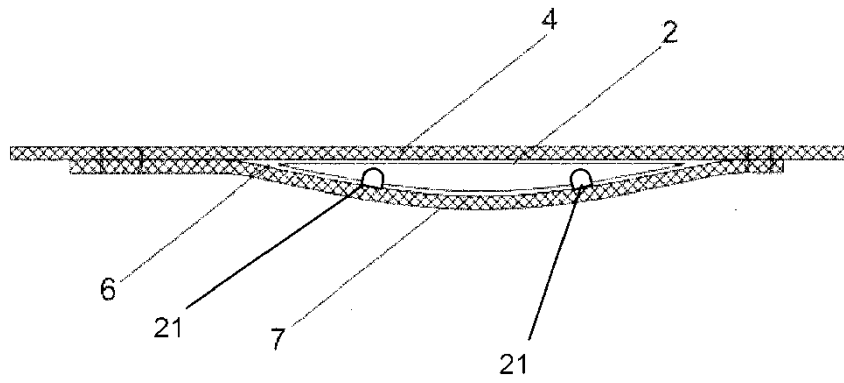


Fig. 3a

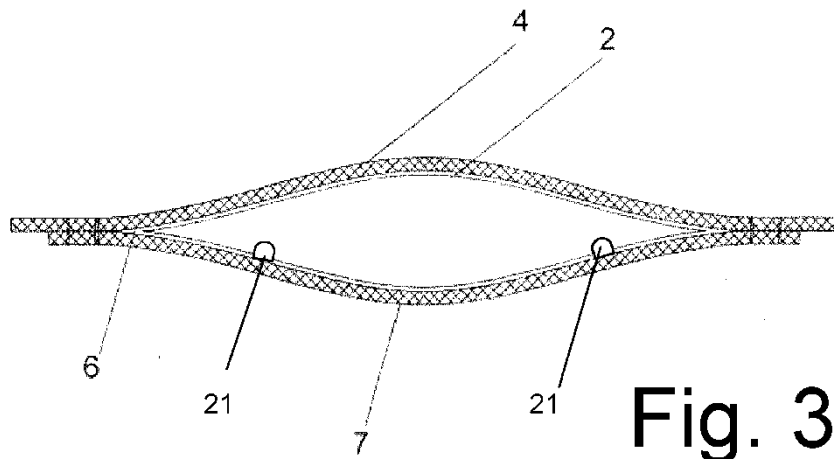


Fig. 3b

Fig. 4

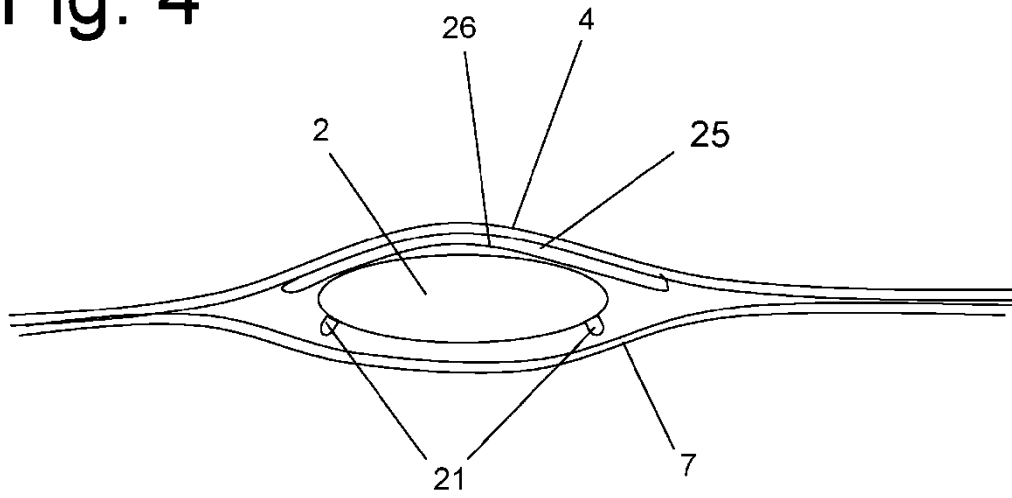
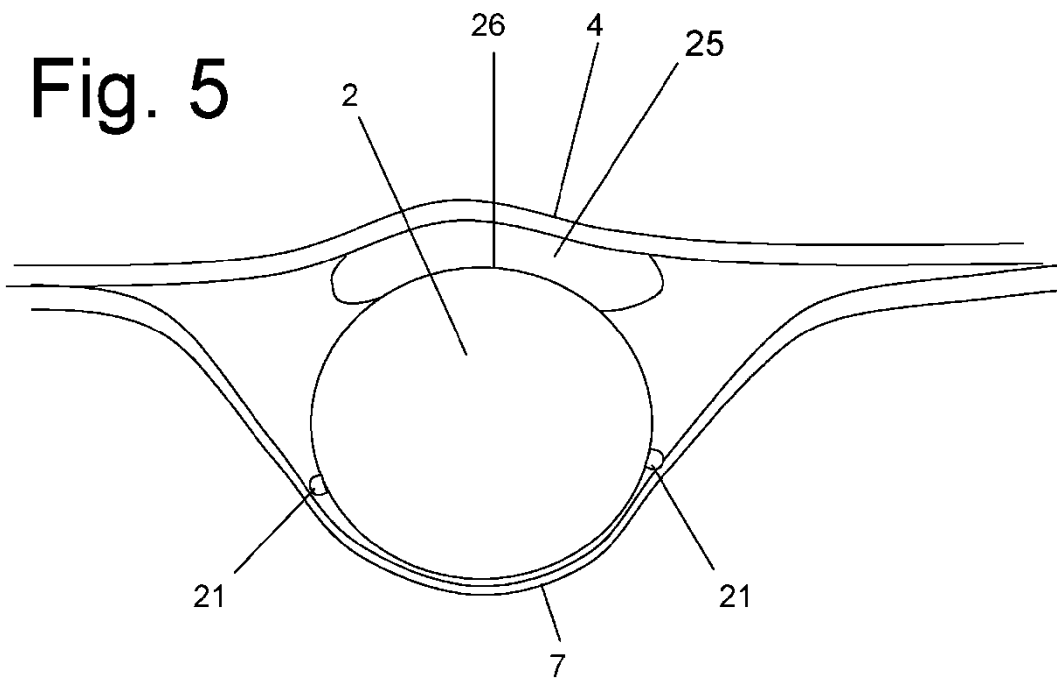


Fig. 5



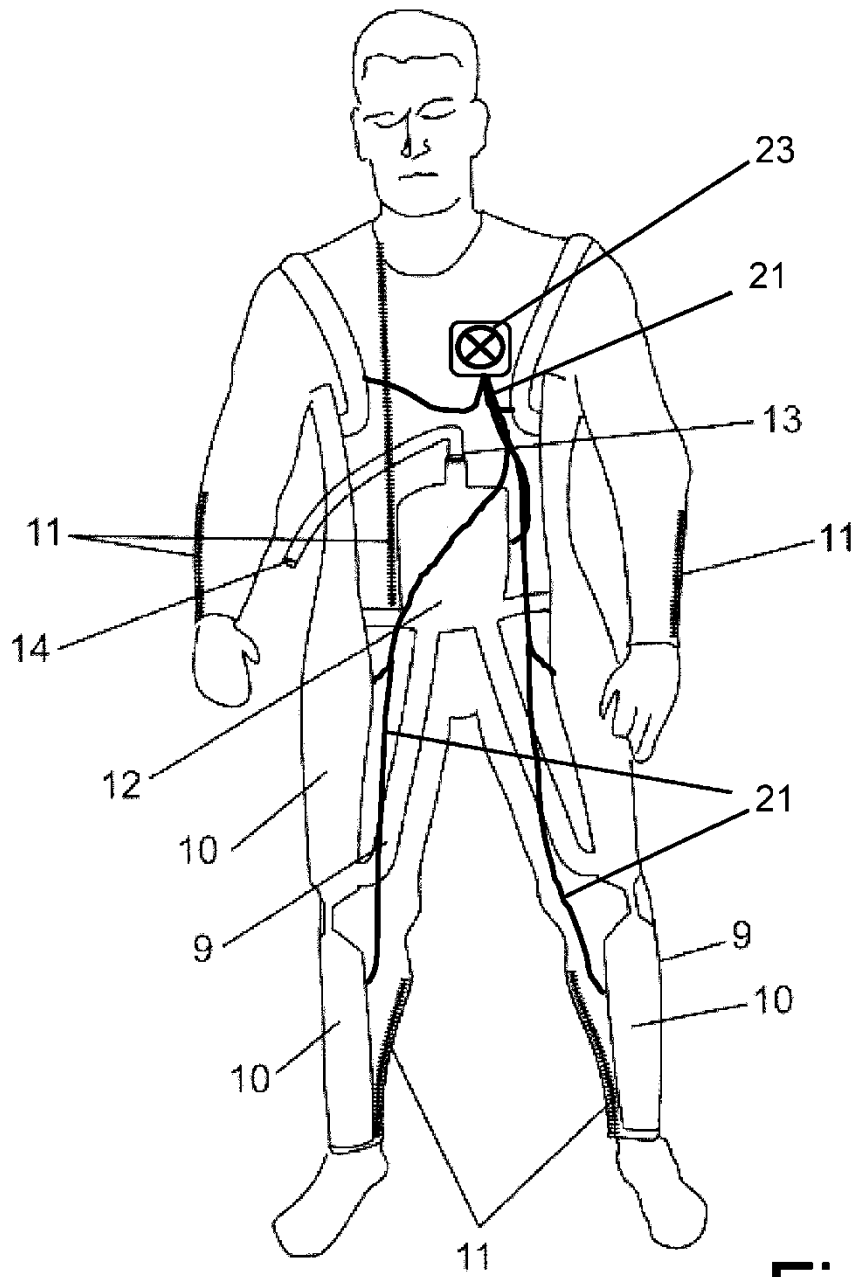
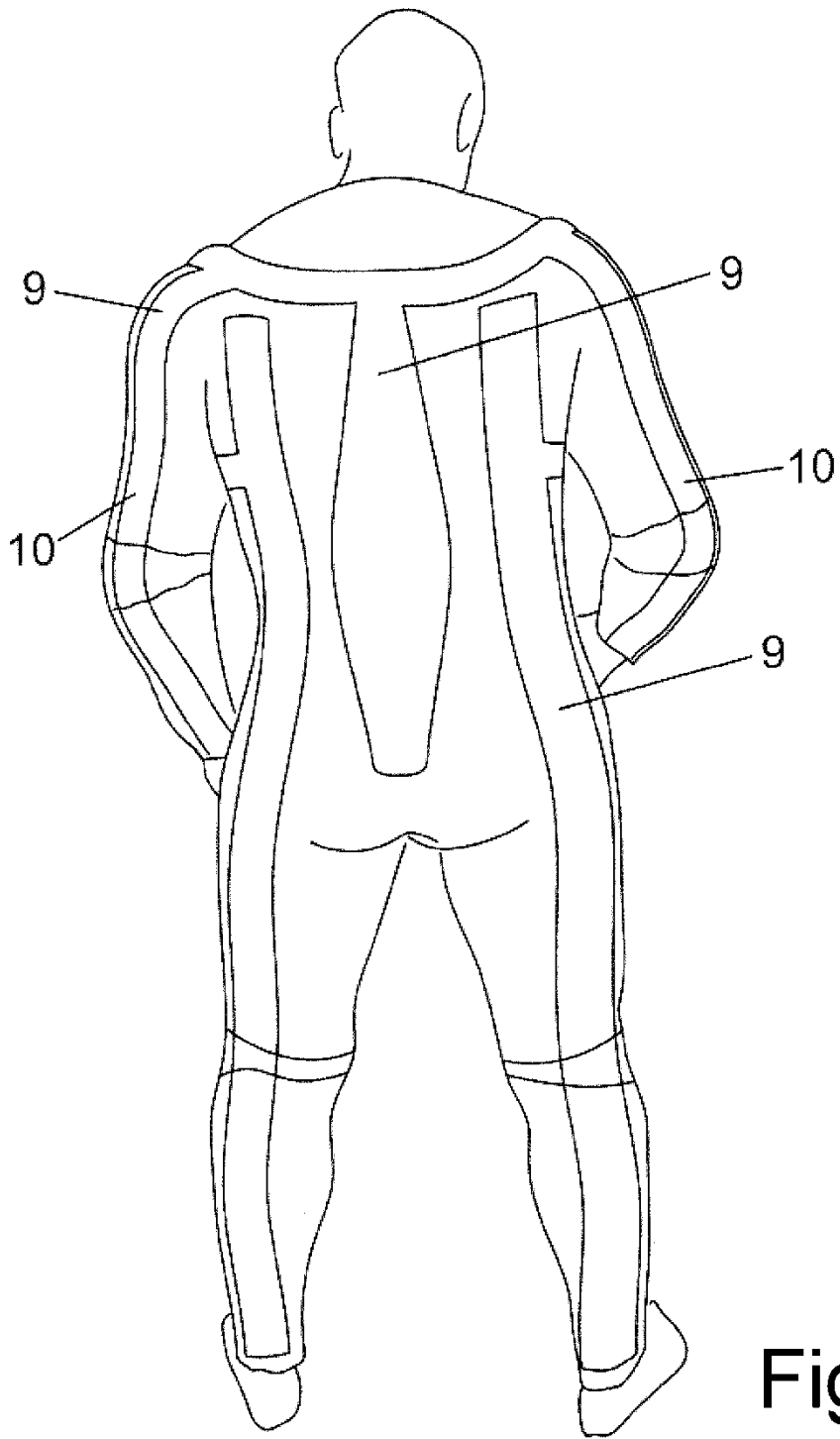


Fig. 6



**Fig. 7**

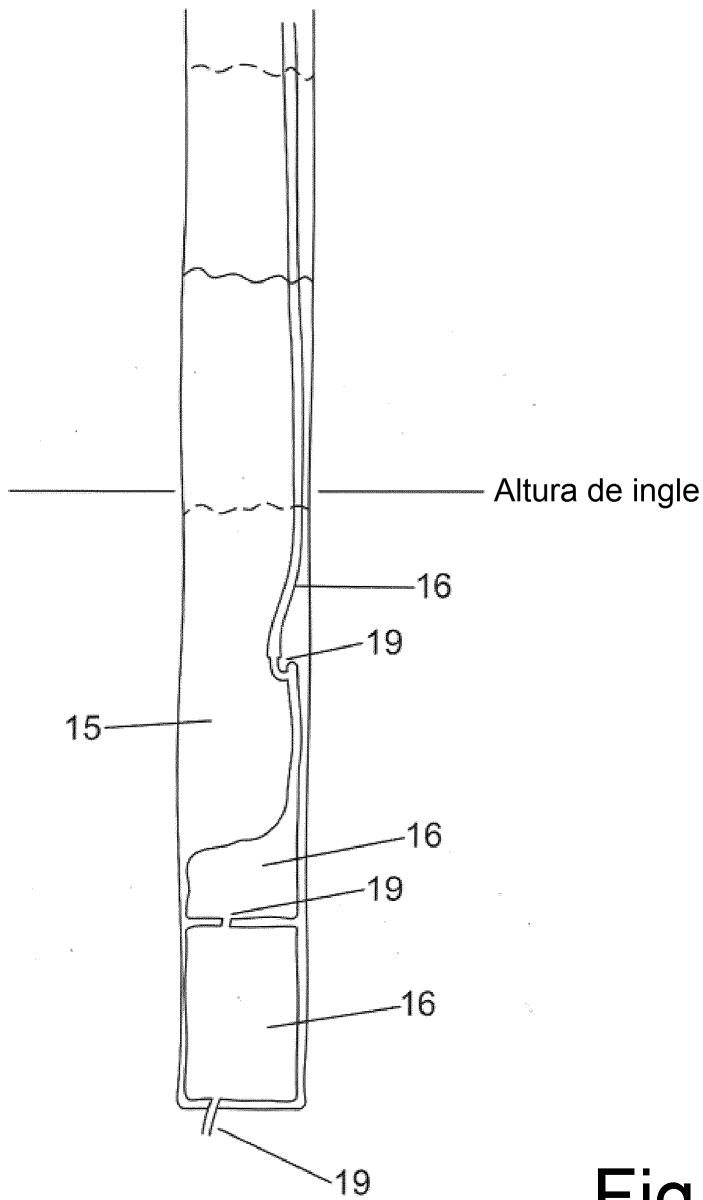
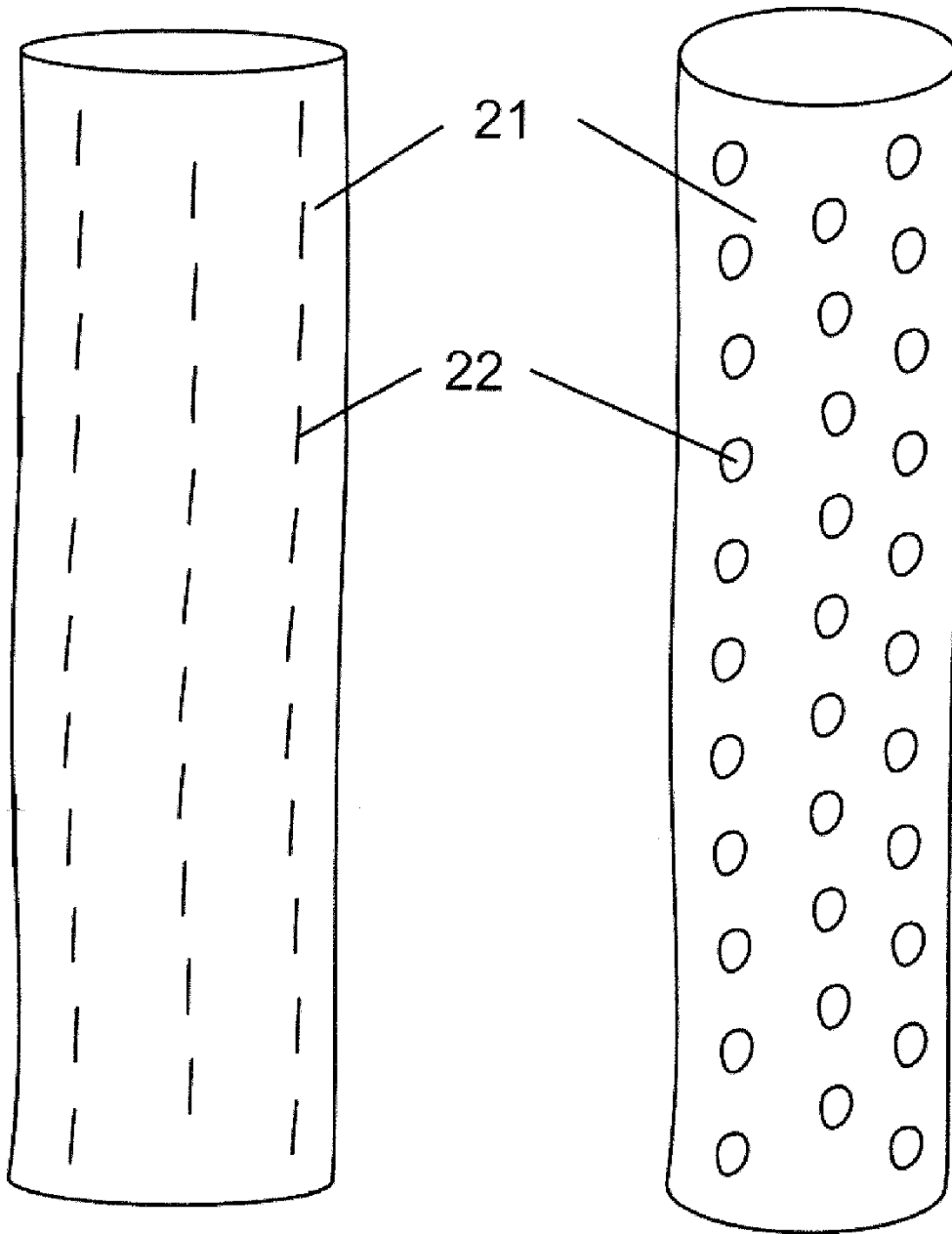


Fig. 8



**Fig. 9a**

**Fig. 9b**



Fig. 10

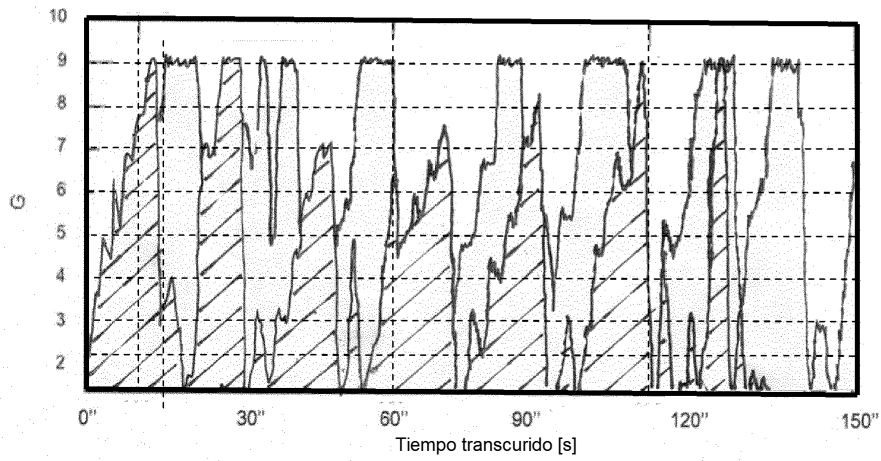


Fig. 11

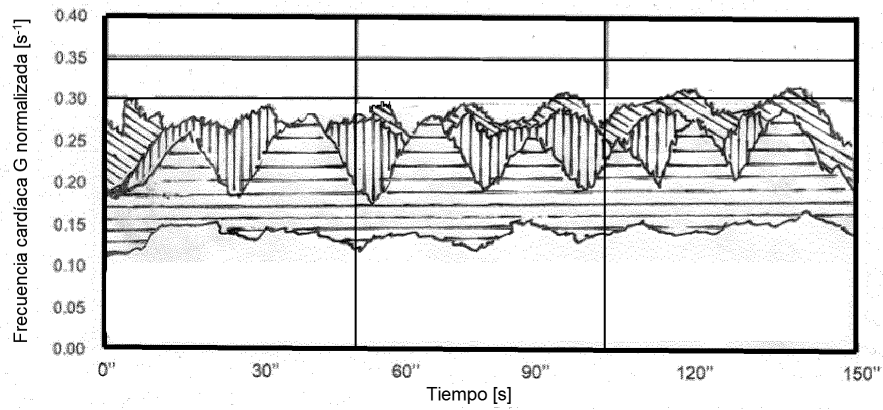
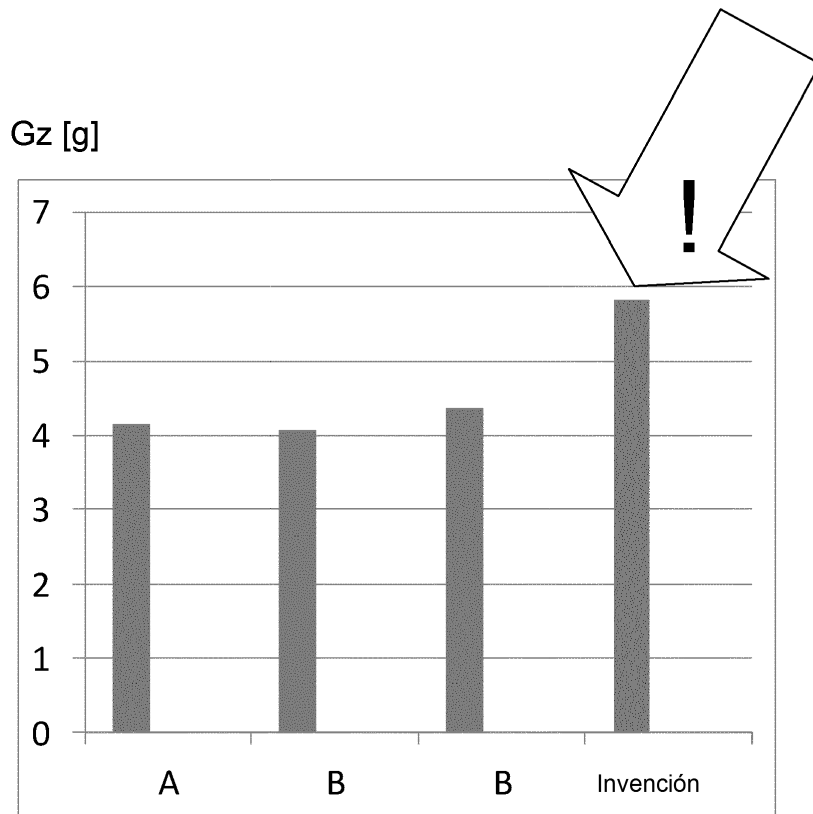


Fig. 12



# Fig. 13

$\Delta DC_{810}/Gz$

