

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 785**

51 Int. Cl.:

**B25J 18/06** (2006.01)

**B25J 9/10** (2006.01)

**B25J 9/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2018 E 18206131 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3486044**

54 Título: **Tubo hinchable de geometría variable y volumen constante, brazo robotizado y robot**

30 Prioridad:

**16.11.2017 FR 1771220**

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

**07.09.2020**

73 Titular/es:

**WAREIN (100.0%)  
208 rue Saint-Léonard  
53100 Mayenne, FR**

72 Inventor/es:

**VOISEMBERT, SÉBASTIEN**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 781 785 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

Tubo hinchable de geometría variable y volumen constante, brazo robotizado y robot

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere al dominio de las articulaciones de un brazo robotizado poliarticulado de alta esbeltez –es decir un brazo que tiene una gran longitud para un pequeño diámetro exterior– permitiendo la inspección de entornos obstruidos, de difícil acceso, hostiles para el hombre (riesgos químicos o radiológicos) o de grandes dimensiones.
- 10 **[0002]** Más en particular, la presente invención trata sobre un tubo hinchable de geometría variable y volumen constante, sobre un brazo robotizado comprendiendo al menos uno de dichos tubos hinchables y sobre un robot equipado con dicho brazo robotizado.
- 15 **[0003]** Se conocen robots de alta esbeltez con segmentos rígidos articulados mediante enlaces de tipo pivote, corredera o pivote deslizante. Estos robots son maniobrables con mucha precisión, pero su peso, debido al peso de los segmentos rígidos y a las conexiones mecánicas que los conectan, los hace difícilmente desplegables y limitan la esbeltez que se puede alcanzar en la práctica.
- 20 **[0004]** Se conocen igualmente las estructuras robotizadas hinchables, particularmente las articulaciones de volumen constante.
- 25 **[0005]** Se ha propuesto en la patente francesa FR2960468 B1 y en la solicitud de patente francesa FR3004376 A1 una estructura articulada hinchable, ilustrada en las figuras 1 y 2, que comprende por un lado una envoltura tubular hinchable 100 que contiene un fluido a presión y que posee un tramo de geometría variable 101 enmarcado por dos tramos de geometría fija 102, y, por otro lado, medios de deformación de dicho tramo 101 que están instalados, conjuntamente con la envoltura 100, para generar una curvatura de dicho tramo 101 de tal manera que este último conserva un volumen sustancialmente constante.
- 30 **[0006]** Los medios de deformación pueden comprender accionadores asociados a los cables 103 conectados a la envoltura 100 de tal manera que una tracción sobre uno de los cables provoca una curvatura de dicho tramo 101 creando un diferencial de longitud de dicho tramo 101 en ambas partes del eje central A3 de dicho tramo 101, manteniendo a la vez una sección derecha de dicho tramo 101 sustancialmente constante.
- 35 **[0007]** La patente francesa FR2960468 B1 propone además prever pliegues sustancialmente perpendiculares al eje central A3, de forma anular y comprendiendo porciones cosidas las unas a las otras según dos líneas de costura que se extienden de manera simétrica en ambas partes del eje central A3 y las porciones libres que se extienden asimismo de manera simétrica en ambas partes del eje central A3. Al estar situadas estas costuras en zonas de concentración de tensión, la resistencia mecánica y la capacidad de carga de la estructura están condicionadas por la calidad de las costuras, las cuales se ha revelado que son bastante complejas de realizar en un contexto industrial.
- 40 **[0008]** Con el fin de superar esta dificultad, la solicitud FR3004376 A1 propone prever medios de recuperación de tensión que comprenden dos bandas 104 fijadas a la envoltura 100 según la dirección longitudinal de esta última, en posiciones diametralmente opuestas, ojales 105 instalados en orificios previstos con este fin en las bandas 104 y apartados unos de otros en la dirección longitudinal, y una conexión flexible inextensible 106 ensartadas a través de los ojales 105 de manera que vaya alternativamente bajo (en porciones que forman un túnel) y sobre la banda 104. Los extremos de las conexiones 106 se anudan a unas patas 107 soldadas a la envoltura 100 en los extremos de la banda 104, de tal manera que una tracción sobre la conexión 106, antes de que su segundo extremo se anude a la pata 107 correspondiente, conduce a la formación de por lo menos un pliegue en las porciones de banda situadas entre dos vigas 108 colocadas cada una en una porción que forma un túnel. Una reducción del 50 % de la longitud del tramo de geometría variable 101 conduce a la formación de pliegues que autorizan una curvatura de dicho tramo 101, por tracción sobre el cable 103 cuyo extremo se fija a la envoltura 100, de aproximadamente 90° en un plano mediano P de dicho tramo 101 a cada lado del cual están previstos los medios de deformación. Para ilustrar esta curvatura, se ilustra en la figura 3 una estructura portadora en forma de arco de pórtico formado por tal envoltura 100 provistas de tres bandas 104, representadas esquemáticamente, una en medio de la envoltura 100 y las dos otras dispuestas de manera simétrica a ambos lados del medio de la envoltura 100 para obtener tres curvas sucesivas.
- 55 **[0009]** Un inconveniente que presenta la estructura articulada hinchable ilustrada sobre las figuras 1 a 3 es que, en la práctica, el tramo de geometría variable podría ser conducido para tomar cualquier otra forma distinta a la prevista, siempre que conserve su volumen o que lo aumente, como por ejemplo formas en S o en codos, lo que puede conducir a la aparición de protuberancias. En caso de que la estructura articulada hinchable se utilice como parte de un brazo robotizado, dichas protuberancias representan inconvenientes importantes para el guiado del brazo.
- 60

**[0010]** Por lo tanto es necesario evitar que el tramo de geometría variable pueda adoptar una forma diferente a la deseada, lo que requiere por lo tanto que dicho tramo sea forzado en la forma deseada. Esta tensión se obtendrá por un accionamiento particular de dicho tramo, accionamiento que se elegirá precisamente porque permite la obtención de la forma deseada.

5

**[0011]** Otro inconveniente de esta estructura articulada hinchable es que solo permite un movimiento en un solo plano, es decir el plano mediano a cada lado del cual están previstos los medios de deformación.

10

**[0012]** Se comprenderá sin embargo que para una aplicación de un brazo robotizado, sería particularmente ventajoso disponer de una solución que permita un movimiento que no esté limitado a un solo plano.

15

**[0013]** Actualmente, la única articulación hinchable que permite los movimientos en varios planos es la restricción de sección: dos tramos hinchables solo se conectan al nivel de un punto, al estilo de una ristra de salchichas. Desgraciadamente, se comprende fácilmente que dicha articulación de restricción de sección no ofrece ninguna rigidez en torsión puesto que la superficie cuadrática de la articulación es nula, lo que la hace inservible en la práctica.

20

**[0014]** La presente invención tiene como objetivo satisfacer la necesidad de una articulación de volumen constante que permita los movimientos no limitados a un solo plano, presentando a su vez una rigidez satisfactoria en torsión.

25

**[0015]** Según la presente invención, esta necesidad puede ser satisfecha por un tubo hinchable provisto de medios que permiten que las fuerzas de tracción longitudinal, que se ejercen por la presión interna en el tubo hinchable, no se recuperen en la superficie, como en el estado de la técnica anterior, sino sobre el eje central del tubo hinchable. Así, como para una articulación de restricción de sección, en un tubo hinchable de este tipo todos los esfuerzos de tracción se retoman en al menos un punto sobre el eje central, pero, dado que la sección derecha del tubo hinchable no es nula, el tubo hinchable presenta una cierta rigidez de torsión que lo hace utilizable en la práctica, particularmente para una aplicación de un brazo robotizado.

30

**[0016]** La presente invención tiene así como objetivo un tubo hinchable de geometría variable y volumen constante, comprendiendo una envoltura hinchable de material flexible impermeable y que posee un eje central, comprendiendo además el tubo hinchable medios de recuperación de tensión de tracción longitudinal aplicada a la envoltura por la presión interna en esta última, caracterizado por que los medios de recuperación de tensión comprenden pares de un primer y de un segundo medio de enlace inextensible que se extiende en el interior de la envoltura, estando repartidos dichos pares en N semiplanos longitudinales de la envoltura, extendiéndose cada uno entre el eje central de la envoltura y una línea generatriz respectiva de la superficie de la envoltura, N siendo un entero divisor de 360 y superior o igual a 2, y por que, en cada semiplano longitudinal, el o los primeros medios de conexión inextensibles de dicho semiplano longitudinal están orientados según una primera dirección longitudinal que está inclinada con respecto al eje central de la envoltura y el o los segundos medios de conexión inextensibles están orientados según una segunda dirección longitudinal que está inclinada asimismo con respecto al eje central de la envoltura, en un mismo ángulo de inclinación que la primera dirección longitudinal, y los primer(os) y segundo(s) medios de conexión inextensibles están fijados, en un primer extremo, sobre dicha línea generatriz respectiva de la superficie de la envoltura y pasan por o terminan sobre el eje central (A) de la envoltura, por lo que el tubo hinchable es capaz de curvarse alrededor de N primeros ejes de giro, cada primer eje de giro situándose a la vez en un semiplano longitudinal respectivo y siendo perpendicular al eje central de la envoltura, y alrededor de N segundos ejes de giro, cada segundo eje de giro siendo a su vez perpendicular al eje central y perpendicular a uno respectivo de los N primeros ejes de giro, las tensiones de tracción longitudinal aplicadas a la envoltura por la presión interna en esta última concentrándose sobre el eje central por los primer(os) y segundo(s) medios de conexión inextensibles, tanto si el tubo hinchable está curvado o no.

50

**[0017]** En la presente solicitud, la orientación de un medio de conexión inextensible es la dirección a lo largo de la cual el medio de enlace inextensible transmitirá una tensión de tracción longitudinal aplicada a la envoltura por la presión interna.

55

**[0018]** Preferiblemente, los N semiplanos longitudinales están en equidistancia angular entre sí.

60

**[0019]** Según una forma de realización particular de la presente invención, el o cada primer medio de conexión inextensible y el o cada segundo medio de conexión inextensible están formados respectivamente por una primera y una segunda conexión inextensible.

65

**[0020]** Los medios de recuperación de tensión pueden comprender, para cada semiplano longitudinal, una serie de primeras conexiones inextensibles y una serie de segundas conexiones inextensibles, estando dispuestas dichas conexiones inextensibles unas a continuación de otras siguiendo el eje central de la envoltura de manera que forman una serie de pares de primeras y segundas conexiones inextensibles.

**[0021]** El número N de semiplanos longitudinales en los cuales se reparten los pares de primeros y segundos

medios de conexión inextensibles puede ser par, por lo que dichos pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles se reparten en un número  $N/2$  de parejas de semiplanos longitudinales definidos de tal manera que cualquier semiplano longitudinal es paralelo al otro semiplano longitudinal con el cual él forma una pareja, los primeros medios de conexión inextensibles de dos semiplanos longitudinales que pertenecen a una misma pareja estando formados por una primera conexión inextensible o una serie de primeras conexiones inextensibles y los segundos medios de conexión inextensibles de dichos dos semiplanos longitudinales estando formados por una segunda conexión inextensible o una serie de segundas conexiones inextensibles, la o las primeras conexiones inextensibles cruzando la o las segundas conexiones inextensibles sobre el eje central de la envoltura, los primeros extremos de las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles estando fijados a una primera región de la envoltura mientras que los segundos extremos de las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles están fijados a una segunda región de la envoltura, dichas primeras y segundas regiones de la envoltura estando situadas a cada lado, en la dirección del eje central de la envoltura, del cruce de dichas primeras y segundas direcciones longitudinales, las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles aproximando dichas primeras y segundas regiones de la envoltura de modo que en el estado de sobrepresión, esta última no presente tensión longitudinal.

**[0022]** Prever que los medios de recuperación de tensión comprenden tal serie de primeras conexiones inextensibles y tal serie de segundas conexiones inextensibles, permite que el tubo hinchable se curve sobre una mayor longitud de la envoltura: se aumenta la amplitud del movimiento.

**[0023]** Conforme a una disposición particular preferida, las primeras y segundas conexiones inextensibles que forman los primeros y segundos medios de conexión inextensibles de cualquier par de semiplanos longitudinales se colocan lo suficientemente cerca unas de otras para que cada una de las primeras conexiones inextensibles cruce las segundas conexiones inextensibles, y recíprocamente, las primeras y segundas conexiones inextensibles estando fijadas todas a una única tercera conexión inextensible que se extiende a lo largo del eje central de la envoltura o todas las primeras y segundas conexiones inextensibles que pertenecen al mismo par de semiplanos longitudinales se fijan a una conexión inextensible respectiva que se extiende a lo largo del eje central de la envoltura. Dicha disposición de las conexiones inextensibles permite ahí incluso aumentar la amplitud del movimiento del tubo hinchable. La conexión inextensible que se extiende a lo largo del eje central de la envoltura sirve para evitar que la envoltura se estire durante un movimiento de amplitud aumentado.

**[0024]** Se subraya aquí que en la práctica las conexiones inextensibles, en la medida en que se cruzan y dado que tienen un espesor que no es nulo, no estarán perfectamente en los semiplanos longitudinales. Asimismo esto es verdadero en el punto de cruce entre dos conexiones inextensibles. Se comprenderá por lo tanto fácilmente que la presente invención cubre igualmente los casos donde los medios de conexión inextensibles no pertenecen perfectamente a un semiplano longitudinal, pero por ejemplo están ligeramente desplazados de éste, a condición de que las tensiones de tracción longitudinal aplicadas a la envoltura puedan ser transmitidas a lo largo de las primeras y segundas direcciones de los medios de conexión inextensibles de manera que se concentren sobre el eje central de la envoltura.

**[0025]** Por ejemplo, el número  $N$  de semiplanos longitudinales en los cuales se reparten los pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles es igual a 4, y las dos parejas de semiplanos longitudinales son, preferiblemente, perpendiculares entre sí.

**[0026]** Según otra forma de realización de la presente invención, los primeros y segundos medios de conexión inextensibles que pertenecen a un mismo semiplano longitudinal comprenden una banda de material inextensible fibrosa cuyas primeras fibras están orientadas siguiendo dicha primera dirección longitudinal y cuyas segundas fibras están orientadas siguiendo dicha segunda dirección longitudinal, cada banda estando fijada, al nivel de un borde longitudinal llamado exterior, a la envoltura, y estando conectada, al nivel de un borde longitudinal llamado interior, a una conexión inextensible.

**[0027]** Por ejemplo, el número  $N$  de semiplanos longitudinales en los cuales se reparten los pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles es igual a 4 y los semiplanos longitudinales están en equidistancia angular entre sí, el tubo hinchable que comprende un primer conjunto de banda formado por primeras y segundas de dichas bandas que se extienden en un primer plano longitudinal mediano de la envoltura, y un segundo conjunto de banda formado por terceras y cuartas de dichas bandas, dichas terceras y cuartas bandas de material extendiéndose en un segundo plano longitudinal mediano de la envoltura que es perpendicular a dicho primer plano longitudinal mediano, cada una de las primeras a cuartas bandas de material estando conectada, al nivel de un borde longitudinal llamado interior, a una conexión inextensible que se extiende a lo largo del eje central de la envoltura, y estando fijada, al nivel de un borde longitudinal llamado exterior, a la envoltura.

**[0028]** Según la presente invención, en los dos modos de realización mencionados anteriormente, el tubo hinchable podrá ponerse en movimiento de manera pasiva, es decir por una acción al exterior del tubo hinchable, como por ejemplo por tracción sobre uno de los cables de accionamiento como en el estado de la técnica. Con este fin, la

envoltura podrá presentar, a lo largo de su superficie exterior, medios de guiado de por lo menos un cable de control que sirve para curvar el tubo hinchable.

5 **[0029]** Alternativamente, todavía según la presente invención, el tubo hinchable podrá ponerse en movimiento de una manera activa, es decir por variación de las presiones internas en el interior de diferentes volúmenes independientes que se definen en la envoltura, en una o la otra de las dos formas de realización mencionadas anteriormente.

10 **[0030]** Así, cuando los medios de recuperación de tensión definen en el interior de la envoltura un número N de compartimentos separados entre sí por los medios de conexión inextensibles, la envoltura podrá presentar N cámaras hinchables, cada una formada en o por un compartimento respectivo, cada cámara hinchable comprendiendo una entrada de fluido y una salida de fluido para permitir el hinchado y el deshinchado de dicha cámara hinchable. Es fácil imaginar que el tubo hinchable se puede así dividir en 3, 4, etc., compartimentos.

15 **[0031]** Una sobrepresión en una cámara conduce a un aumento del volumen de ésta y por lo tanto a una curvatura correspondiente del tubo de inflado. Así, en caso de que se definan cuatro compartimentos en la envoltura, si se ponen por ejemplo las dos cámaras situándose en el mismo lado de dicho primer plano longitudinal mediano de la envoltura en sobrepresión, entonces el tubo de inflado se curvará en la dirección opuesta alrededor el primer eje de giro.

20 **[0032]** Preferiblemente, la envoltura está formada por una tela cuyas fibras están dispuestas en diagonal con respecto al eje central de la envoltura, preferiblemente a un ángulo de 45°. Esto permite al tubo de inflado transmitir mejor las fuerzas de torsión que se le aplican en un extremo.

25 **[0033]** La presente invención tiene asimismo como objetivo un brazo robotizado, caracterizado por que comprende:

- al menos un tubo hinchable tal como se ha definido anteriormente, o varios de dichos tubos hinchables en comunicación fluida o no unos a continuación de otros,
- 30 – una herramienta transportada a un extremo distal del brazo, dicho extremo distal está formado por el extremo de un tubo hinchable que está bloqueado, particularmente mediante costuras o por la herramienta,
- medios para accionar la herramienta,
- medios de conexión impermeable a los medios de inyección de fluido en el brazo, particularmente a un extremo proximal del brazo en caso de que los tubos hinchables estén en comunicación fluida unos a continuación de otros, o si no a cada tubo hinchable, dicho extremo proximal está formado por un extremo
- 35 – bloqueado o no de un tubo hinchable, y
- medios de control del movimiento del o de cada tubo hinchable alrededor los N primer(os) y N segundo(s) ejes de giro.

40 **[0034]** La presente invención tiene asimismo como objetivo un robot caracterizado por que comprende al menos un brazo robotizado tal como se ha definido anteriormente, los medios de inyección de fluido conectados de manera impermeable al al menos un brazo robotizado, particularmente en el extremo proximal de este último o a cada uno de sus tubos hinchables, para inyectar un fluido en el al menos un brazo robotizado para su inflado, y medios de control que controlan los medios de control del movimiento del o de cada tubo hinchable y los medios de accionamiento de la herramienta.

45 **[0035]** La presente invención tiene asimismo como objetivo un brazo robotizado, caracterizado por que comprende:

- al menos un tubo hinchable tal como se ha definido anteriormente, o varios de dichos tubos hinchables en comunicación fluida o no unos a continuación de otros,
- 50 – una herramienta transportada a un extremo distal del brazo, dicho extremo distal está formado por el extremo de un tubo hinchable que está bloqueado, particularmente mediante costuras o por la herramienta,
- medios para accionar la herramienta,
- medios de inyección de fluido en el brazo, particularmente en un extremo proximal del brazo en caso de que los tubos hinchables estén en comunicación fluida unos a continuación de otros, o si no en cada tubo hinchable, dicho extremo proximal está formado por un extremo bloqueado o no de un tubo hinchable, y
- 55 – medios de control del movimiento del o de cada tubo hinchable alrededor los N primer(os) y N segundo(s) ejes de giro.

60 **[0036]** La presente invención tiene asimismo como objetivo un robot caracterizado por que comprende al menos un brazo robotizado tal como se ha definido anteriormente, medios de control de los medios de inyección de fluido y medios de control que controlan los medios de control del movimiento del o de cada tubo hinchable y los medios de accionamiento de la herramienta.

**[0037]** El tubo hinchable puede así hincharse con ayuda de un fluido como: gas puro, mezcla gaseosa, líquido(s)...

**[0038]** Los medios de inyección de fluido pueden ser una fuente de admisión de fluido desde el exterior o una fuente interna de fluido a presión tal como un cartucho de gas.

5 **[0039]** Para ilustrar mejor el objeto de la presente invención, a continuación se van a describir varios modos de realización particulares, con referencia a los dibujos anexos.

**[0040]** En estos dibujos:

- 10 – las Figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas respectivamente de un brazo robotizado y de una parte de un tramo de geometría variable según el estado de la técnica anterior, es decir la solicitud FR3004376 A1;
- la Figura 3 es una vista esquemática en elevación de una estructura de tipo pórtico conforme a la solicitud FR3004376 A1;
- la Figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de una parte de un brazo robotizado según la primera forma de realización de la presente invención;
- 15 – las Figuras 5 y 6 son vistas esquemáticas en perspectiva del brazo de la Figura 4, representado después de haberse curvado alrededor de un primer eje de giro y de un segundo eje de giro, respectivamente;
- la Figura 7 es una vista esquemática en perspectiva del brazo según una variante de la primera forma de realización;
- la Figura 8 es una vista esquemática en perspectiva del brazo de la Figura 7, representado después de haberse curvado alrededor de un segundo eje de giro;
- 20 – la Figura 9 es una vista esquemática en perspectiva de un tubo de inflado según la segunda forma de realización de la presente invención;
- la Figura 10 es una vista esquemática en perspectiva de una variante de la segunda forma de realización;
- la Figura 11 es una vista esquemática de un tubo de inflado conforme a la segunda forma de realización y a su variante, representado después de haberse curvado alrededor de un primer eje de giro;
- 25 – la Figura 12 es una vista esquemática del tubo de inflado según la segunda forma de realización, durante su fabricación según un ejemplo de proceso de fabricación; y
- la Figura 13 es una vista esquemática en perspectiva del tubo de inflado obtenido con este ejemplo de proceso de fabricación.

30 **[0041]** Si se hace referencia en primer lugar a la figura 4, se puede ver que se ha representado de manera esquemática una parte de un brazo robotizado según la primera forma de realización de la presente invención.

35 **[0042]** Este brazo robotizado comprende un tubo hinchable 1 que está configurado para ser hinchado por un fluido de tipo aire o líquido, incluso una mezcla heterogénea que comprenda sólidos, y presenta un extremo de entrada de fluido 2 y un extremo de salida de fluido 3. Los extremos de entrada de fluido 2 y de salida de fluido 3 pueden combinarse ventajosamente.

40 **[0043]** Los extremos de entrada de fluido 2 y de salida de fluido 3 se representan esquemáticamente en la figura 4. Así, el extremo de entrada de fluido 2 se puede conectar de manera impermeable a un compresor o un ventilador, para hacer circular un fluido hacia el extremo de salida de fluido 3 y así hincharse el tubo hinchable 1. Asimismo el extremo de entrada de fluido 2 puede estar bloqueado, un cartucho de gas haciendo circular el fluido hacia el extremo de salida de fluido 3 para hincharse el tubo hinchable 1.

45 **[0044]** El extremo de salida de fluido 3 está cerrado y puede, cuando el tubo hinchable 1 se usa en un brazo robotizado o un robot, transportar una herramienta.

50 **[0045]** El tubo hinchable 1 comprende una envoltura 4 hecha de un material flexible impermeable, por ejemplo, una película de vinilo, una tela de poliamida recubierta de poliuretano, policloruro de vinilo (PVC), o similares.

**[0046]** En la forma de realización no limitativa representada en las figuras, la envoltura 4 es de sección circular, pero por supuesto la presente invención no está limitada a este aspecto, y la envoltura 4 pueden tener cualquier sección, por ejemplo cuadrada u oval. La envoltura 4 tiene sin embargo un eje central A.

55 **[0047]** El tubo hinchable 1 es notable en que comprende además una primera conexión inextensible 5 y una segunda conexión inextensible 6 que forman medios de recuperación de tensión permitiendo concentrar en el eje central A de la envoltura 4 la tensión de tracción longitudinal aplicada a la envoltura 4.

60 **[0048]** Con este fin, la primera conexión inextensible 5 está fijada, al nivel de un primer extremo 5a, a la superficie interior de la envoltura 4, en una primera región 4a de esta última, y, al nivel de un segundo extremo 5b, asimismo a la superficie interior de la envoltura 4 pero en una segunda región 4b de esta última. Los puntos de fijación de los extremos 5a, 5b de la primera conexión inextensible 5 a la envoltura 4 se eligen para que la primera conexión inextensible 5 corte el eje central A de la envoltura 4. En otras palabras, la primera conexión inextensible 5 pertenece a un primer plano longitudinal mediano P1 de la envoltura 4.

- 5 **[0049]** De la misma manera, la segunda conexión inextensible 6 tiene la misma longitud que la primera conexión inextensible 5 y está fijada, a nivel de sus primeros y segundos extremos 6a, 6b, a la superficie interior de la envoltura 4, respectivamente en la primera región 4a y en la segunda región 4b de la envoltura 4. Los puntos de fijación de la segunda conexión inextensible 6 se eligen además por un lado para que pertenezca igualmente a dicho primer plano P1 y, por otro lado, para que los primeros y segundos extremos 6a, 6b se sitúen en la misma sección transversal de la envoltura 4 que los primeros y segundos extremos 5a, 5b, respectivamente, de la primera conexión inextensible 5.
- 10 **[0050]** En consecuencia, las primeras y segundas conexiones inextensibles 5,6 se cruzan en un punto de cruce C que se sitúa sobre el eje central A de la envoltura 4.
- 15 **[0051]** Además, las dos secciones de la envoltura 4 en las cuales se fijan dichos extremos 5a, 5b, 6a, 6b de las conexiones inextensibles 5, 6, se seleccionan para estar apartadas entre sí, antes de la fijación de las conexiones inextensibles 5, 6, de una distancia ligeramente superior a la existente entre dichas dos secciones después de la fijación de las conexiones inextensibles 5, 6. Así, las conexiones inextensibles 5, 6, una vez fijadas, acercarán las dos regiones 4a, 4b una a la otra, evitando que la envoltura 4 se estire longitudinalmente, por ejemplo con la formación de por lo menos un pliegue F. En otras palabras, en este estado, deshinchado o sin sobrepresión, la envoltura 4 no presenta ninguna tensión longitudinal en su superficie.
- 20 **[0052]** Se han representado esquemáticamente los elementos de paso 7, por ejemplo del tipo similar a las patas 107 de la solicitud FR3004376 A1 ilustrada en las figuras 1 a 3, distribuidas regularmente en el exterior de la envoltura 4 a lo largo de dos líneas diametralmente opuestas y perteneciendo al primer plano P1. Estos elementos de paso 7 sirven para guiar un cable 8 que constituye un medio de control del movimiento del tubo hinchable 1.
- 25 **[0053]** Se subraya aquí que, para una mejor visibilidad de las figuras, se han representado únicamente dos líneas de elementos de paso 7 en el primer plano P1. Sin embargo, se preverán de la misma manera dos líneas de elementos de paso 7 diametralmente opuestas y perteneciendo a un segundo plano longitudinal mediano P2 perpendicular a dicho primer plano P1, un cable 8 extendiéndose asimismo a lo largo de cada línea semejante.
- 30 **[0054]** Como en el estado de la técnica anterior, un extremo de cada cable 8 está unido a la envoltura 4, aquí a nivel de la primera región 4a, mientras que el otro extremo se conecta a los medios de control del cable.
- 35 **[0055]** Si se hace referencia ahora a la figura 5, se puede ver que se ha representado el tubo de inflado 1 después de que se haya tirado de uno de los cables 8 extendiéndose en el segundo plano P2, forzando así el tubo de hinchado 1 para curvarse hacia la derecha cuando se observa la figura 5, la primera región 4a de la envoltura 4 desplazándose con respecto a la segunda región 4b como si girase alrededor de un primer eje de giro A1, aquí vertical. El primer eje de giro A1 pasa por el eje central A y pertenece al primer plano P1.
- 40 **[0056]** Si se hace referencia ahora a la figura 6, se puede ver que se ha representado el tubo de inflado 1 después de que se haya tirado del cable 8 situado por encima de la envoltura 4 en la figura 1 y extendiéndose por lo tanto en el primer plano P1, forzando así el tubo de inflado 1 para curvarse hacia arriba cuando se observa la figura 6, la primera región 4a de la envoltura 4 desplazándose con respecto a la segunda región 4b como si girase alrededor de un segundo eje de giro A2, aquí horizontal. El segundo eje de giro A2 pasa por el eje central A y pertenece al segundo plano P2.
- 45 **[0057]** Así, se puede constatar que el tubo hinchable 1 según la presente invención permite un movimiento que no está limitado a un solo plano, conservando un volumen constante y una superficie cuadrática que no es nula, y por lo tanto una rigidez satisfactoria de torsión.
- 50 **[0058]** Esto es posible porque las primeras y segundas conexiones inextensibles 5, 6, debido a sus fijaciones a la superficie de la envoltura 4 y a su carácter inextensible, se concentran en su punto de cruce C, es decir sobre el eje central A de la envoltura 4, las tensiones de tracción longitudinal sobre la superficie de la envoltura 4, que resultan de la presión interna en la envoltura 4. El punto de cruce C constituirá así el centro de giro alrededor del cual puede curvarse el tubo de inflado 1.
- 55 **[0059]** Si se hace referencia ahora a las figuras 7 y 8, se puede ver que se ha representado de manera esquemática un tubo de inflado según una variante de la primera forma de realización de las figuras 4 a 6.
- 60 **[0060]** Este tubo de inflado, designado asimismo por la cifra de referencia 1, se distingue del representado en las figuras 4 a 6 únicamente por el hecho de que se proporciona una serie de primeras conexiones inextensibles 5 paralelas entre sí y una serie de segundas conexiones inextensibles 6, asimismo paralelas entre sí y en el mismo número que las primeras conexiones inextensibles 5.
- 65 **[0061]** Las primeras y segundas conexiones inextensibles 5, 6 están dispuestas lo suficientemente cerca para que cada primera conexión inextensible 5 cruce varias segundas conexiones inextensibles 6, y viceversa. Sin embargo,

las primeras y segundas conexiones inextensibles 5, 6 están dispuestas ventajosamente por pares, de tal manera que a cada primera conexión inextensible 5 le corresponde una segunda conexión inextensible 6 que cruza en un punto de cruce C sobre el eje central A de la envoltura 4.

5 **[0062]** Con el fin de evitar que la envoltura 4 se estire, se fija una tercera conexión inextensible 9, por cualquier medio apropiado, a las primeras y segundas conexiones inextensibles 5, 6, al nivel de todos los puntos de cruce C. En otras palabras, la tercera conexión inextensible 9 se extiende asimismo a lo largo del eje central A de la envoltura 4. La tercera conexión inextensible 9 es más corta que la envoltura 4, para evitar que se estire. Cuanto más corta es la tercera conexión inextensible 9, mayor es la amplitud de movimiento.

10 **[0063]** El tubo hinchable 1 comprende nuevamente los elementos de paso 7 y los cables 8 y puede ponerse en movimiento alrededor del primer y segundo eje de giro A1 y A2. Se ha representado en la figura 8 el tubo de hinchado 1 en la posición análoga a la figura 6, es decir después de curvarse alrededor del segundo eje de giro A2.

15 **[0064]** El interés de la configuración de las primeras y segundas conexiones inextensibles 5, 6 como se ilustra en las figuras 7 y 8 es aumentar la amplitud del movimiento del tubo hinchable 1.

20 **[0065]** La primera forma de realización ilustrada en las figuras 4 a 8 solo es una configuración particular del principio subyacente de la presente invención. En esta primera forma de realización, se puede considerar que las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles 5, 6 están repartidas en un par de semiplanos longitudinales P11 y P12 de la envoltura 4, cuyos trazos se ilustran solamente en la figura 4, y cada semiplano longitudinal P11 y P12 se extiende entre el eje central A y una línea generatriz respectiva de la envoltura 4 que pertenece al primer plano longitudinal mediano P1. Así, las primeras y segundas conexiones inextensibles 5, 6 forman respectivamente, en cada semiplano P11 y P12, los primeros y segundos medios de conexión inextensibles de la presente invención.

25 **[0066]** El interés de la primera forma de realización descrita anteriormente es que una misma conexión inextensible forma medios de conexión inextensibles en dos semiplanos longitudinales de la envoltura.

30 **[0067]** Por supuesto, sería posible prever para cada semiplano P11 y P12 un par de primeras y segundas conexiones inextensibles cuyos primeros extremos se fijen a una región de extremo respectiva de la envoltura y cuyos segundos extremos se fijen entre sí al nivel de un punto situado sobre el eje central de la envoltura.

35 **[0068]** Si se hace referencia ahora a las figuras 9 a 13, se puede ver que se ha representado un tubo hinchable 10 según una segunda forma de realización de la presente invención, que se apoya en el mismo principio de concentración sobre el eje central A, por medios de enlace inextensibles, tensiones de tracción longitudinal ejercidas sobre la envoltura cuando el tubo hinchable 10 está bajo presión.

40 **[0069]** El tubo hinchable 10 comprende nuevamente extremos de entrada de fluido 12 y de salida de fluido 13 sobre el mismo principio que los extremos 2 y 3 de la primera forma de realización, y una envoltura 14.

45 **[0070]** El tubo hinchable 10 es notable por el hecho de que los medios de conexión inextensibles se extienden a la vez en el primer plano longitudinal mediano P1 de la envoltura 14, y además en el segundo plano longitudinal mediano P2, dividiendo así el interior de la envoltura 14 en cuatro compartimentos Cp1, Cp2, Cp3 y Cp4.

**[0071]** Tal configuración permite distribuir aún mejor las fuerzas en la envoltura 14 en el momento de la curvatura del tubo de inflado 10.

50 **[0072]** Se ha ilustrado de manera esquemática en la figura 9 el hecho de que la envoltura 14 está hecha de una tela cuyas fibras están dispuestas en diagonal con respecto al eje central A de la envoltura 14, lo que permite transmitir mejor a lo largo del tubo hinchable 10 las fuerzas de torsión. En particular, las primeras fibras están orientadas siguiendo dicha primera dirección longitudinal, mientras que las segundas fibras están orientadas en dicha segunda dirección longitudinal. Se subraya aquí que esta característica de la envoltura 14 puede aplicarse asimismo a la envoltura 4 según la primera forma de realización.

55 **[0073]** En esta segunda forma de realización, los medios de conexión inextensibles están formados por un primer conjunto de banda 15 en el primer plano P1 y un segundo conjunto de banda 16 en el segundo plano P2, los cuales 15, 16 se cruzan en el eje central A de la envoltura 14.

60 **[0074]** El primer conjunto de banda 15 comprende las primeras y segundas bandas 15a, 15b de material inextensible fibroso cuyas primeras fibras F1 están orientadas siguiendo dicha primera dirección longitudinal y cuyas segundas fibras F2 están orientadas siguiendo dicha segunda dirección longitudinal. De la misma manera, el segundo conjunto de banda 16 comprende las terceras y cuartas bandas 16a, 16b de material inextensible fibroso cuyas primeras fibras F1 están orientadas siguiendo dicha primera dirección longitudinal y cuyas segundas fibras F2 están orientadas siguiendo dicha segunda dirección longitudinal.

**[0075]** Una conexión inextensible 17 se extiende a lo largo del eje central A y las primeras a cuartas bandas de material inextensible 15a, 15b, 16a, 16b se fijan a esta por cualquier medio apropiado.

**[0076]** Se comprende fácilmente que, debido a la orientación de dichas fibras F1 y F2, las primeras a cuartas bandas de material inextensible realzan la misma función de concentración de las tensiones de tracción longitudinal de la envoltura 4 sobre el eje central A de esta última cuando el tubo hinchable 10 se pone bajo presión.

**[0077]** Así, aunque no se hayan representado, se podrá nuevamente prever elementos de paso y cables para una puesta en movimiento de manera pasiva del tubo hinchable 10, tirando de un cable.

**[0078]** Sin embargo, tal y como se ilustra en la figura 10, una ventaja del principio subyacente del segundo modo de funcionamiento, es que es posible prever en cada compartimento Cp1, Cp2, Cp3 y Cp4 una cámara hinchable Ch1, Ch2, Ch3, Ch4 que será independiente del resto de cámaras. Cada cámara Ch1, Ch2, Ch3, Ch4 comprenderá así una entrada de fluido y una salida de fluido, que podrán combinarse ventajosamente.

**[0079]** Las cámaras Ch1, Ch2, Ch3, Ch4 forman así medios de control del movimiento del tubo hinchable 10, poniendo en sobrepresión ciertas cámaras Ch1, Ch2, Ch3, Ch4 y desinflando otras.

**[0080]** Por ejemplo, se ha ilustrado en la figura 11 el tubo hinchable 10 cuando las cámaras Ch1 y Ch3 (no representadas), que se sitúan al mismo lado que el primer plano P1, pero a ambos lados del segundo plano P2, se ponen en sobrepresión con el deshinchado de las cámaras Ch2 y Ch4 (no representadas): el tubo hinchable 10 se curva alrededor del primer eje de giro A1 de la misma manera que se ilustra en la figura 5 para la primera forma de realización.

**[0081]** De la misma manera:

- una sobrepresión en las cámaras Ch2 y Ch4 y un deshinchado de las cámaras Ch1 y Ch3 conducen a una curvatura del tubo hinchable 10 alrededor del primer eje de giro A1, pero en la dirección opuesta a la ilustrada en la figura 11;
- una sobrepresión en las cámaras Ch3 y Ch4 y un deshinchado de las cámaras Ch1 y Ch2 conducen a una curvatura del tubo hinchable 10 alrededor del segundo eje de giro A2, de la misma manera que se ilustra en la figura 6 para la primera forma de realización; y
- una sobrepresión en las cámaras Ch1 y Ch2 y un deshinchado de las cámaras Ch3 y Ch4 conducen a una curvatura del tubo hinchable 10 alrededor del segundo eje de giro A2, pero en la dirección opuesta.

**[0082]** Se constata por lo tanto que el tubo hinchable 10 permite un movimiento que no se limita a un solo plano, conservando un volumen constante y una superficie cuadrática que no es nula, y por lo tanto una rigidez satisfactoria de torsión, con una puesta en movimiento de manera activa.

**[0083]** Las cámaras Ch1, Ch2, Ch3, Ch4 podrán estar formadas mediante vejigas introducidas en los diferentes compartimentos Cp1, Cp2, Cp3, Cp4, o podrán estar formadas directamente por dichos compartimentos, en cuyo caso la envoltura 14 y las primeras a cuartas bandas de material 15a, 15b, 16a, 16b estarán hechas de material impermeable.

**[0084]** Se subraya aquí que se puede considerar asimismo, en la segunda forma de realización ilustrada en las figuras 9 a 11, que los primeros y segundos conjuntos de bandas 15,16 están repartidos en dos parejas de semiplanos longitudinales, como para la primera forma de realización ilustrada sobre las figuras 4 a 8: para cada semiplano longitudinal, los primeros y segundos medios de conexión inextensibles se forman por las fibras de la banda respectiva 15a, 15b, 16a, 16b.

**[0085]** Ahora se describirá con referencia a las figuras 12 y 13 un ejemplo de proceso de fabricación del tubo hinchable 10, en el cual la envoltura 14 y las primeras a cuartas bandas 15a, 15b, 16a, 16b se forman conjuntamente entre sí.

**[0086]** En una primera etapa, se disponen uno sobre el otro dos trozos de tela rectangulares M1 y M2 (figura 12), cuyas primeras fibras se inclinan siguiendo dicha primera dirección longitudinal y las segundas fibras se inclinan siguiendo dicha segunda dirección longitudinal, la inclinación siendo aquí con respecto a una dirección axial de los trozos de tela.

**[0087]** Estos dos trozos de tela M1 y M2 se unen entre sí a lo largo de sus ejes medianos, por ejemplo por costura.

**[0088]** Tal y como se ilustra en la figura 12, sobre la misma costura se realizan pliegues F que se bloquean cosiendo por encima de la conexión inextensible 17. Prever dichos pliegues F permite aumentar la amplitud de movimiento del tubo hinchable 10 obtenido.

- 5 **[0089]** En esta etapa, la conexión inextensible 17 separa cada pedazo M1, M2 en dos regiones a cada lado de la conexión inextensible 17. Para el pedazo M1 situado por encima, la región a la izquierda de la conexión inextensible 17 en la figura 12 se pliega hacia arriba alrededor de una línea de plegado L1 (figura 13), y la región exterior se trae de vuelta entonces hacia dentro siguiendo un arco circular, mientras que la región a la derecha de la conexión inextensible 17 se gira en primer lugar hacia arriba a lo largo de la conexión inextensible 17, luego se pliega hacia fuera alrededor de una línea de plegado L2, luego la región exterior se trae de vuelta hacia abajo siguiendo un arco circular.
- 10 **[0090]** Se procede de manera análoga para el pedazo M2, la región a la derecha de la conexión inextensible 17 estando plegada hacia abajo alrededor de una línea de plegado L3, luego se trae de vuelta hacia dentro siguiendo un arco circular mientras que la región a la izquierda se pliega hacia abajo a lo largo de la conexión inextensible 17, luego se trae de vuelta hacia el exterior alrededor de una línea de plegado L4, luego se trae de vuelta hacia arriba siguiendo un arco circular.
- 15 **[0091]** Se obtiene entonces la configuración ilustrada en la figura 12, a partir de la cual los bordes longitudinales libres se ensamblan por cualquier medio apropiado, como por ejemplo por costura, a la parte adyacente del pedazo M1 o M2, para obtener el tubo hinchable 10.
- 20 **[0092]** Se constata por lo tanto que la fabricación del tubo hinchable 10 se puede poner en práctica fácilmente en un contexto industrial.
- 25 **[0093]** Se entiende que los modos de realización anteriores de la presente invención se han dado a título indicativo y no limitativo y que se le podrán aportar modificaciones sin que se aleje sin embargo del alcance de la presente invención.
- 30 **[0094]** Así, por ejemplo, la separación del tubo hinchable en compartimentos independientes podría obtenerse utilizando medios de conexión inextensibles formados mediante conexiones inextensibles del tipo de las utilizadas en la primera forma de realización de las figuras 4 a 8. Las conexiones inextensibles que pertenecen al primer plano P1 podrán fijarse a una tercera conexión inextensible y las conexiones inextensibles que pertenecen al segundo plano P2 podrán fijarse a una cuarta conexión inextensible, sobre el mismo principio que el ilustrado en las figuras 7 y 8. De manera alternativa, todas las conexiones inextensibles, que pertenecen al primer plano P1 o al segundo plano P2, serán fijadas a una misma tercera conexión inextensible que se extiende a lo largo del eje central A de la envoltura 14.
- 35 **[0095]** De la misma manera, aunque se haya ilustrado sobre los dibujos el caso en el que los pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles están repartidos en dos semiplanos longitudinales (primera forma de realización) o en cuatro semiplanos longitudinales (segunda forma de realización), la presente invención por supuesto no está limitada a este número N de semiplanos longitudinales, y se podrá prever que dichos pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles estén repartidos en tres, cinco, seis, etc., semiplanos longitudinales, que no están obligatoriamente en equidistancia angular entre sí. Los medios de conexión inextensibles podrán ser, por ejemplo, conexiones inextensibles o bandas de material inextensible fibroso tal como se ha descrito anteriormente, que se extienden cada uno o cada una en los dos semiplanos longitudinales de un mismo par o únicamente en uno de los dos semiplanos longitudinales de un mismo par.
- 40
- 45

## REIVINDICACIONES

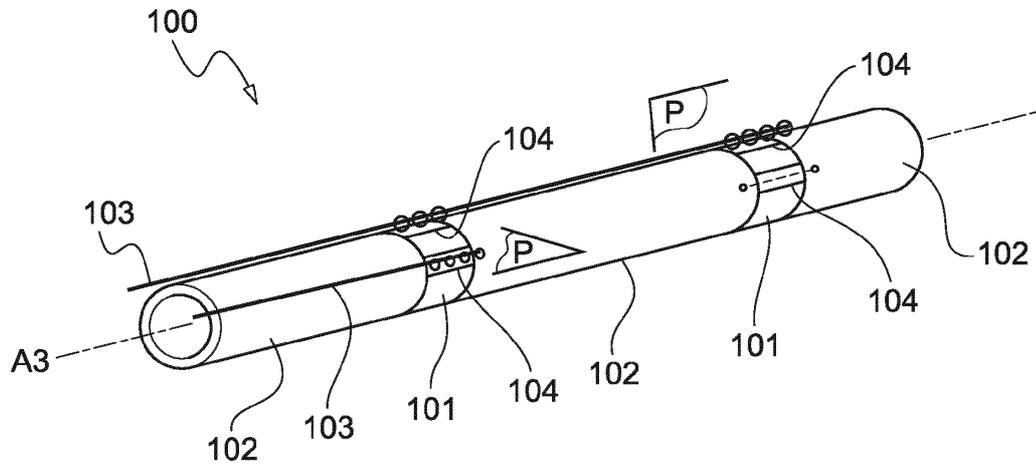
1. Tubo hinchable (1; 10) de geometría variable y volumen constante, comprendiendo una envoltura hinchable (4; 14) de material flexible impermeable y poseyendo un eje central (A), comprendiendo además el tubo hinchable (1; 10) medios de recuperación de tensión de tracción longitudinal aplicada a la envoltura (4; 14) por la presión interna en esta última, **caracterizado por que** los medios de recuperación de tensión comprenden pares de un primer (5; 15) y de un segundo (6; 16) medio de enlace inextensible que se extiende en el interior de la envoltura (4; 14), estando repartidos dichos pares en N semiplanos longitudinales (P11, P12) de la envoltura (4; 14), extendiéndose cada uno entre el eje central (A) de la envoltura (4; 14) y una línea generatriz respectiva de la superficie de la envoltura (4; 14), siendo N un entero divisor de 360 y superior o igual a 2, y **por que**, en cada semiplano longitudinal (P11, P12), el o los primeros medios de conexión inextensibles (5; 15) de dicho semiplano longitudinal (P11, P12) están orientados siguiendo una primera dirección longitudinal que está inclinada con respecto al eje central (A) de la envoltura (4; 14) y el o los segundos medios de conexión inextensibles (6; 16) están orientados siguiendo una segunda dirección longitudinal que está inclinada asimismo con respecto al eje central (A) de la envoltura (4; 14), en un mismo ángulo de inclinación que la primera dirección longitudinal, y los primer(os) (5; 15) y segundo(s) (6; 16) medios de conexión inextensibles están fijados, en un primer extremo (5a, 6b, 5b, 6a), sobre dicha línea generatriz respectiva de la superficie de la envoltura (4; 14) y pasan por o terminan sobre el eje central (A) de la envoltura (4; 14), por lo que el tubo hinchable (1; 10) es capaz de curvarse alrededor de N primeros ejes de giro (A1), cada primer eje de giro (A1) situándose a la vez en un semiplano longitudinal respectivo (P11, P12) y siendo perpendicular al eje central (A) de la envoltura (4; 14), y alrededor de N segundos ejes de giro (A2), cada segundo eje de giro siendo a su vez perpendicular al eje central (A) y perpendicular a uno respectivo de los N primeros ejes de giro (A1), las tensiones de tracción longitudinal aplicadas a la envoltura (4; 14) por la presión interna en esta última concentrándose sobre el eje central (A) por los primer(os) (5; 15) y segundo(s) (6; 16) medios de conexión inextensibles, tanto si el tubo hinchable (1; 10) está curvado o no.
2. Tubo hinchable (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el o cada primer medio de conexión inextensible (5) y el o cada segundo medio de conexión inextensible (6) están formados respectivamente por una primera (5) y una segunda (6) conexión inextensible.
3. Tubo hinchable (1) según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los medios de recuperación de tensión pueden comprender, para cada semiplano longitudinal (P11, P12), una serie de primeras conexiones inextensibles (5) y una serie de segundas conexiones inextensibles (6), estando dispuestas dichas conexiones inextensibles (5, 6) unas a continuación de otras siguiendo el eje central (A) de la envoltura (4) de manera que forman una serie de pares de primeras y segundas conexiones inextensibles (5, 6).
4. Tubo hinchable (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado por que** el número N de semiplanos longitudinales (P11, P12) en los cuales se reparten los pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles (5, 6) es par, por lo que dichos pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles (5, 6) se reparten en un número N/2 de parejas de semiplanos longitudinales (P11, P12) definidos de tal manera que todo semiplano longitudinal (P11, P12) es paralelo al otro semiplano longitudinal (P11, P12) con el cual él forma una pareja, los primeros medios de conexión inextensibles (5) de dos semiplanos longitudinales (P11, P12) que pertenecen a una misma pareja estando formados por una primera conexión inextensible (5) o una serie de primeras conexiones inextensibles (5) y los segundos medios de conexión inextensibles (6) de dichos dos semiplanos longitudinales (P11, P12) estando formados por una segunda conexión inextensible (6) o una serie de segundas conexiones inextensibles (6), la o las primeras conexiones inextensibles cruzando la o las segundas conexiones inextensibles (6) sobre el eje central (A) de la envoltura (4), los primeros extremos (5a, 6a) de las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles (5, 6) estando fijadas a una primera región (4a) de la envoltura (4) mientras que segundos extremos (5a, 6a) de las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles (5, 6) están fijadas a una segunda región (4B) de la envoltura (4), dichas primeras y segundas regiones (4A, 4B) de la envoltura (4) estando situadas a cada lado, en la dirección del eje central (A) de la envoltura (4), del cruce (C) de dichas primeras y segundas direcciones longitudinales, las primera(s) y segunda(s) conexiones inextensibles (5, 6) aproximando dichas primeras y segundas regiones (4a, 4b) de la envoltura (4) de modo que en el estado de sobrepresión, esta última no presente tensión longitudinal.
5. Tubo hinchable (1) según la reivindicación 4, **caracterizado por que** las primeras y segundas conexiones inextensibles (5, 6) que forman los primeros y segundos medios de conexión inextensibles de todo par de semiplanos longitudinales (P11, P12) se colocan lo suficientemente cerca unos de otros para que cada una de las primeras conexiones inextensibles (5) cruce las segundas conexiones inextensibles (6), y reciprocamente, las primeras y segundas conexiones inextensibles (5, 6) estando fijadas todas a una única tercera conexión inextensible (9) que se extiende a lo largo del eje central (A) de la envoltura (4) o todas las primeras y segundas conexiones inextensibles (5, 6) que pertenecen al mismo par de semiplanos longitudinales (P11, P12) están fijadas a una conexión inextensible (9) respectiva que se extiende a lo largo del eje central (A) de la envoltura (4).

- 5
6. Tubo hinchable (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado por que** el número N de semiplanos longitudinales (P11, P12) en los cuales se reparten los pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles es igual a 4, y las dos parejas de semiplanos longitudinales (P11, P12) son, preferiblemente, perpendiculares entre sí.
- 10
7. Tubo hinchable (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los primeros y segundos medios de conexión inextensibles que pertenecen a un mismo semiplano longitudinal comprenden una banda (15a, 15b, 16a, 16b) de material inextensible fibrosa cuyas primeras fibras (F1) están orientadas siguiendo dicha primera dirección longitudinal y cuyas segundas fibras (F2) están orientadas siguiendo dicha segunda dirección longitudinal, cada banda (15a, 15b, 16a, 16b) estando fijada, al nivel de un borde longitudinal llamado exterior, a la envoltura (4), y estando conectada, al nivel de un borde longitudinal llamado interior, a una conexión inextensible (17).
- 15
8. Tubo hinchable (10) según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el número N de semiplanos longitudinales en los cuales se reparten los pares de primeros y segundos medios de conexión inextensibles es igual a 4 y que los semiplanos longitudinales están en equidistancia angular entre sí, comprendiendo el tubo hinchable (10) un primer conjunto de banda (15) formado por primeras y segundas de dichas bandas (15a, 15b) que se extienden en un primer plano longitudinal mediano (P1) de la envoltura (14), y un segundo conjunto de banda (16) formado por terceras y cuartas de dichas bandas (16a, 16b), dichas terceras y cuartas bandas de material (16a, 16b) extendiéndose en un segundo plano longitudinal mediano (P2) de la envoltura (14) que es perpendicular a dicho primer plano longitudinal mediano (P1), cada una de las primeras a cuartas bandas de material (15a, 15b, 16a, 16b) estando conectada, al nivel de un borde longitudinal llamado interior, a una conexión inextensible (17) que se extiende a lo largo del eje central (A) de la envoltura (4), y estando fijada, al nivel de un borde longitudinal llamado exterior, a la envoltura (14).
- 20
- 25
9. Tubo hinchable (1; 10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la envoltura (4,14) presenta, a lo largo de su superficie exterior, medios (7) de guiado de por lo menos un cable de control (8) que sirve para curvar el tubo hinchable (1,10).
- 30
10. Tubo hinchable (10) según cualquiera entre la reivindicación 3, las reivindicaciones 4 a 6 cuando se toman en dependencia de la reivindicación 3, y las reivindicaciones 7 a 9, en el que los medios de recuperación de tensión definen en el interior de la envoltura (14) un número N de compartimentos (Cp1, Cp2, Cp3; Cp4) separados los unos de los otros por los medios de conexión inextensibles, **caracterizado por que** la envoltura (14) presente N cámaras hinchables (Ch1, Ch2, Ch3; Ch4), cada una formada en o por un compartimento respectivo (Cp1, Cp2, Cp3; Cp4), cada cámara hinchable (Ch1, Ch2, Ch3; Ch4) comprendiendo una entrada de fluido y una salida de fluido para permitir el hinchado y el deshinchado de dicha cámara hinchable (Ch1, Ch2, Ch3, Ch4).
- 35
- 40
11. Tubo hinchable (1; 10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la envoltura (4; 14) está formada por una tela cuyas fibras están dispuestas en diagonal con respecto al eje central (A) de la envoltura (4; 14), preferiblemente a un ángulo de 45°.
- 45
12. Tubo hinchable (1,10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** los N semiplanos longitudinales (P11; P12) están en equidistancia angular unos de otros.
- 50
13. Brazo robotizado, **caracterizado por que** comprende:
- al menos un tubo hinchable (1; 10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, o varios de dichos tubos hinchables (1; 10) en comunicación fluida o no unos a continuación de otros,
  - una herramienta transportada a un extremo distal del brazo, dicho extremo distal está formado por el extremo de un tubo hinchable que está bloqueado, particularmente mediante costuras o por la herramienta,
  - medios para accionar la herramienta,
  - medios de conexión impermeable a medios de inyección de fluido en el brazo, particularmente a un extremo proximal del brazo en caso de que los tubos hinchables estén en comunicación fluida unos a continuación de otros, o si no a cada uno de los tubos hinchables, dicho extremo proximal está formado por un extremo bloqueado o no de un tubo hinchable (1; 10), y
  - medios (8) de control del movimiento del o de cada tubo hinchable (1: 10) alrededor los N primer(os) y N segundo(s) ejes de giro (A1, A2).
- 55
- 60
14. Robot **caracterizado por que** comprende al menos un brazo robotizado según la reivindicación 13, medios de inyección de fluido conectados de manera impermeable al al menos un brazo robotizado, particularmente en el extremo proximal de este último o a cada uno de sus tubos hinchables, para inyectar un fluido en el al menos un brazo robotizado para su inflado, y medios de control que controlan los medios (8) de control del movimiento del o de cada tubo hinchable y los medios de accionamiento de la herramienta.

**15. Brazo robotizado, caracterizado por que** comprende:

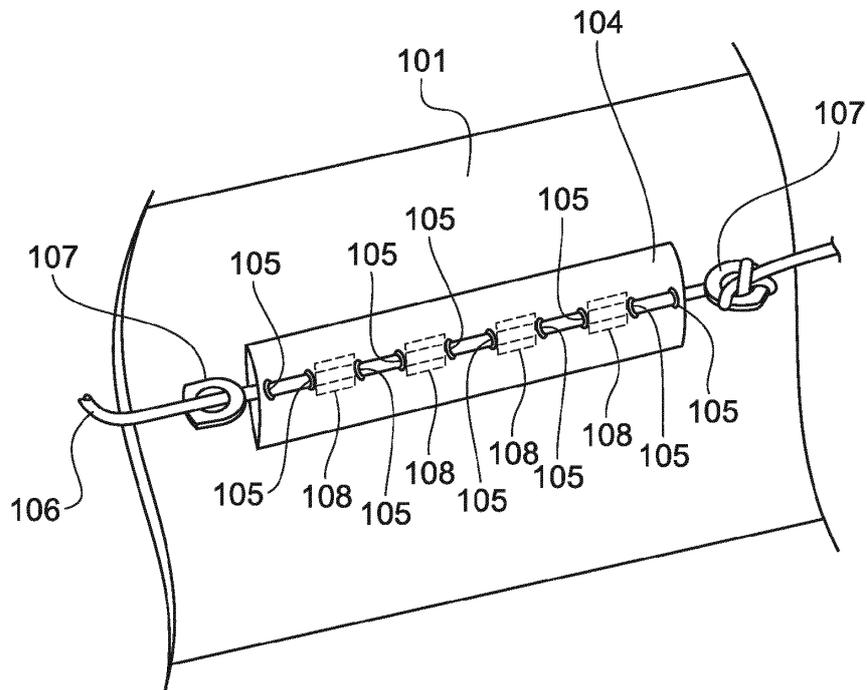
- al menos un tubo hinchable (1; 10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, o varios de dichos tubos hinchables (1; 10) en comunicación fluida o no unos a continuación de otros,
- una herramienta transportada a un extremo distal del brazo, dicho extremo distal está formado por el extremo de un tubo hinchable que está bloqueado, particularmente mediante costuras o por la herramienta,
- medios para accionar la herramienta,
- medios de inyección de fluido en el brazo, particularmente en un extremo proximal del brazo en caso de que los tubos hinchables estén en comunicación fluida unos a continuación de otros, o si no a cada tubo hinchable, dicho extremo proximal está formado por un extremo bloqueado o no de un tubo hinchable (1; 10), y
- medios de control del movimiento del o de cada tubo hinchable (1; 10) alrededor los N primer(os) y N segundo(s) ejes de giro (A1, A2).

**16. Robot caracterizado por que** comprende al menos un brazo robotizado según la reivindicación 15, medios de control de los medios de inyección de fluido y medios de control que controlan los medios (8) de control del movimiento del o de cada tubo hinchable (1; 10) y los medios de accionamiento de la herramienta.



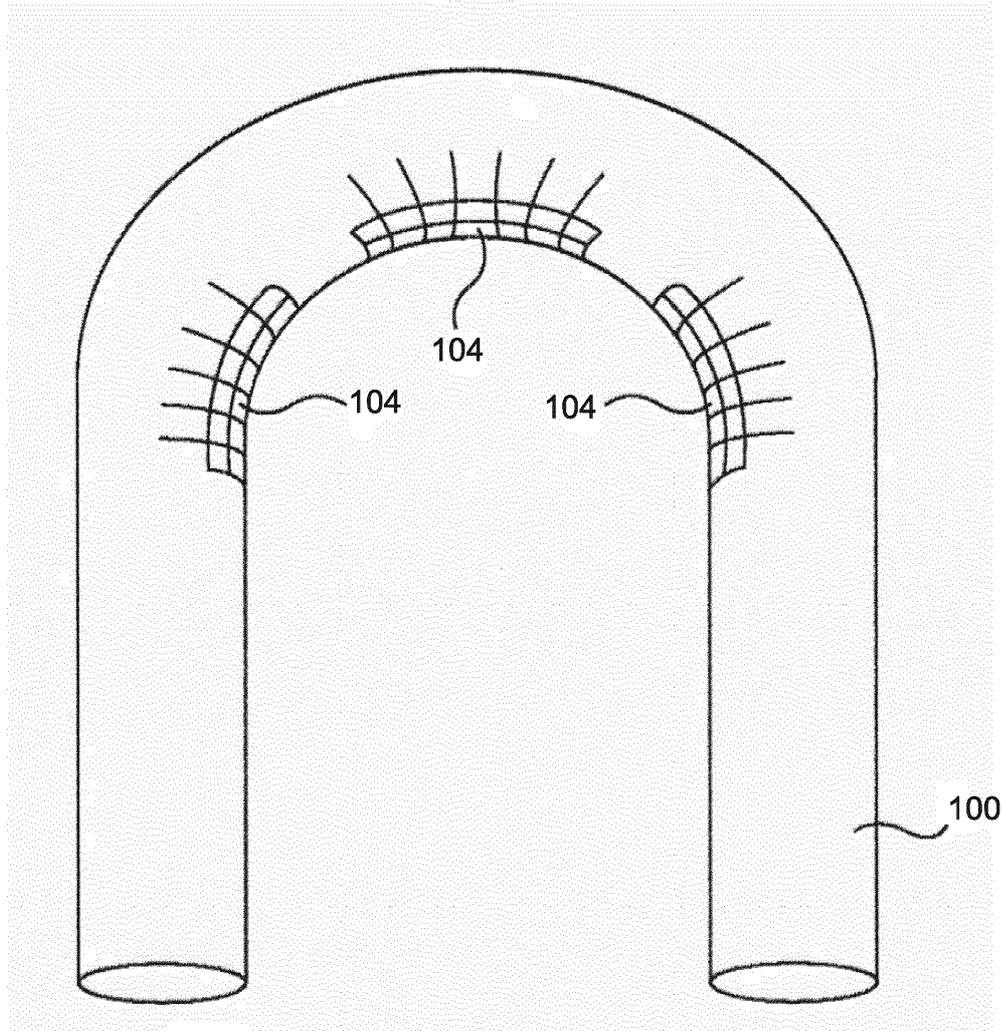
**Fig.1**

Estado de la técnica



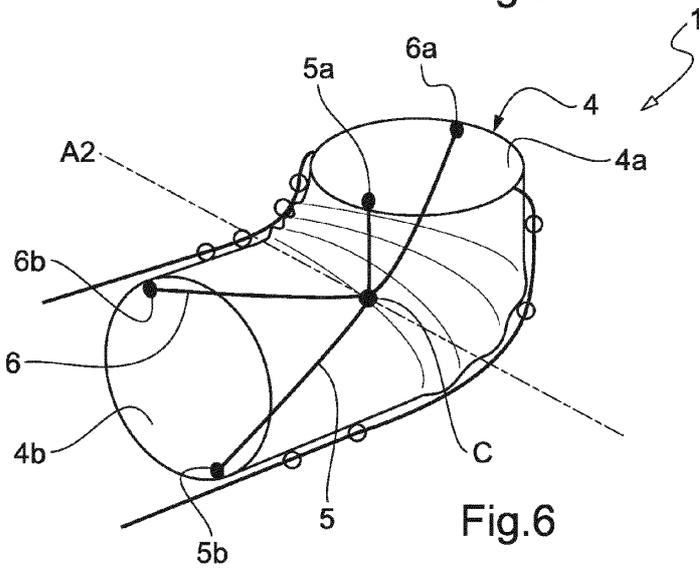
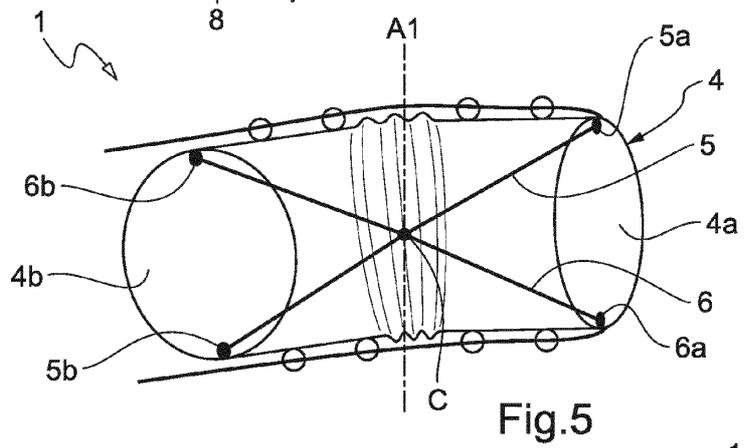
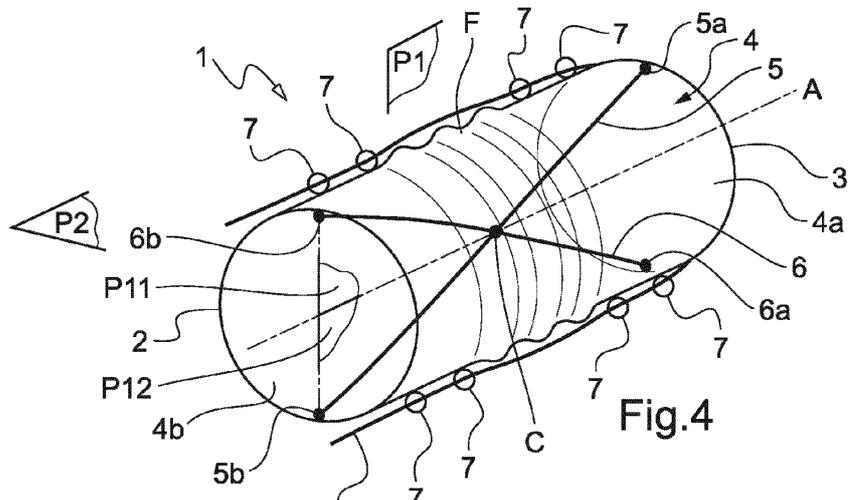
**Fig.2**

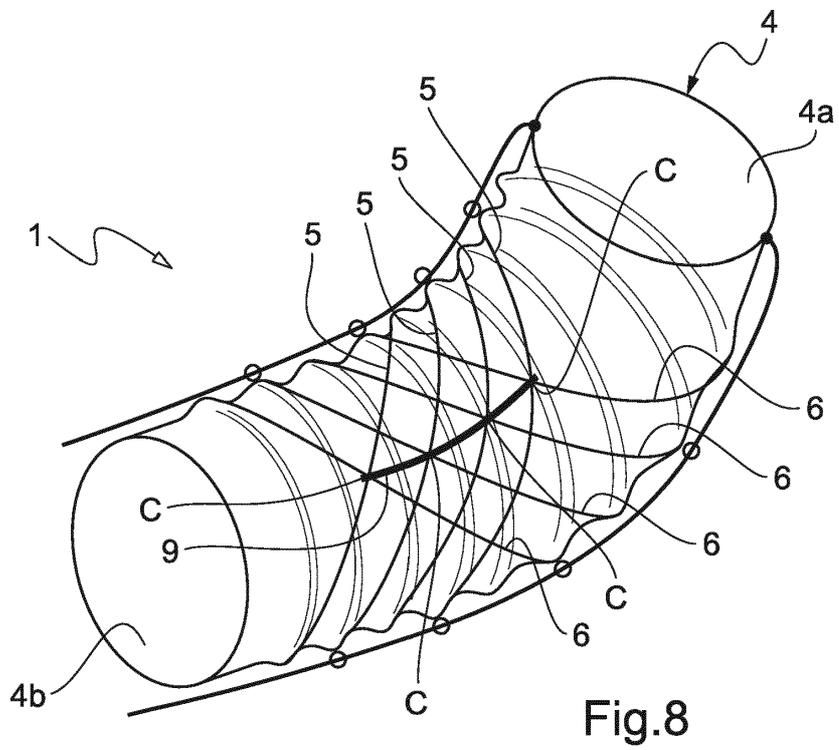
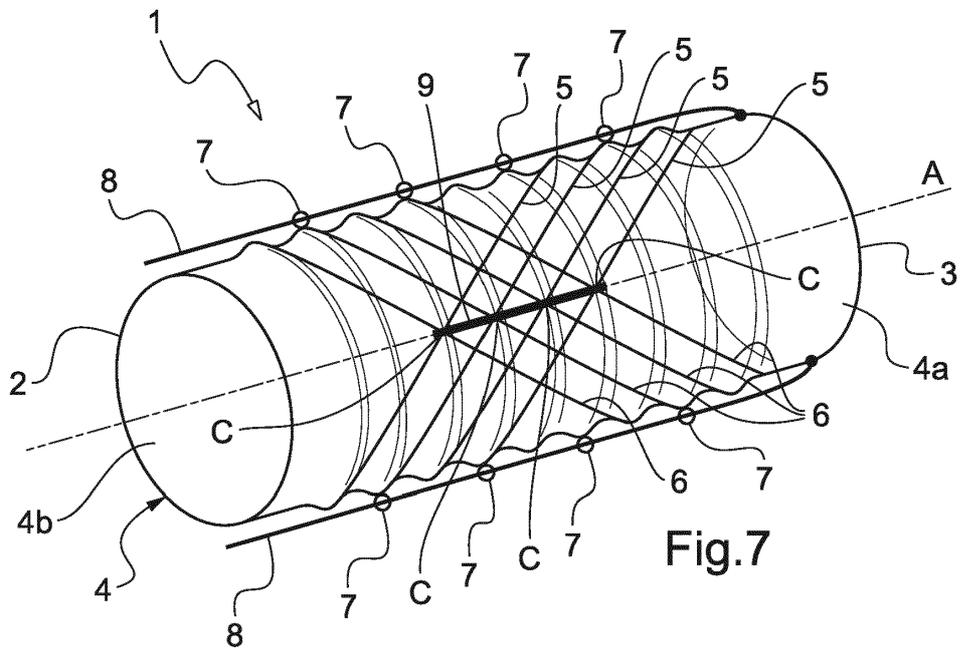
Estado de la técnica



**Fig. 3**

Estado de la técnica





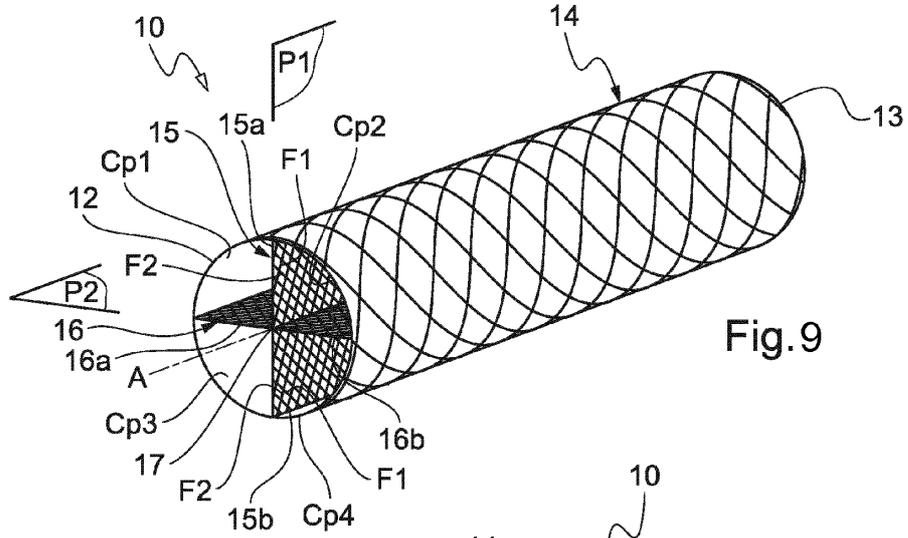


Fig. 9

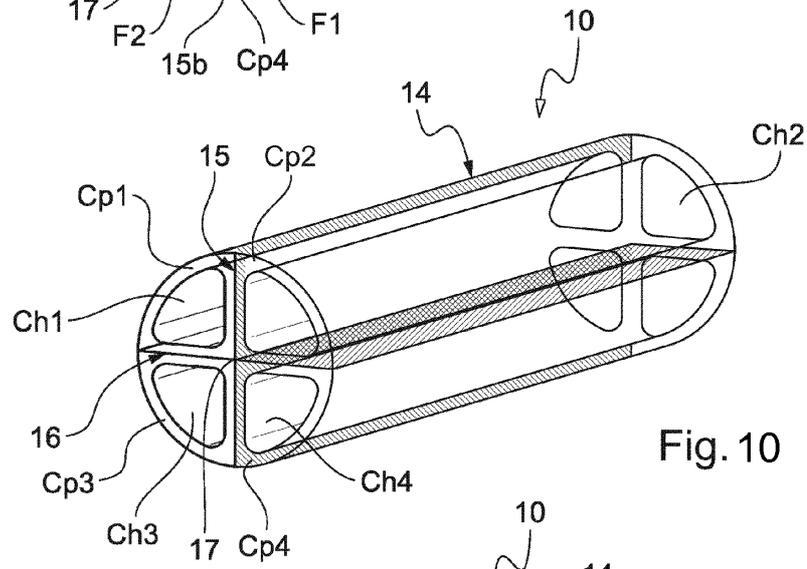


Fig. 10

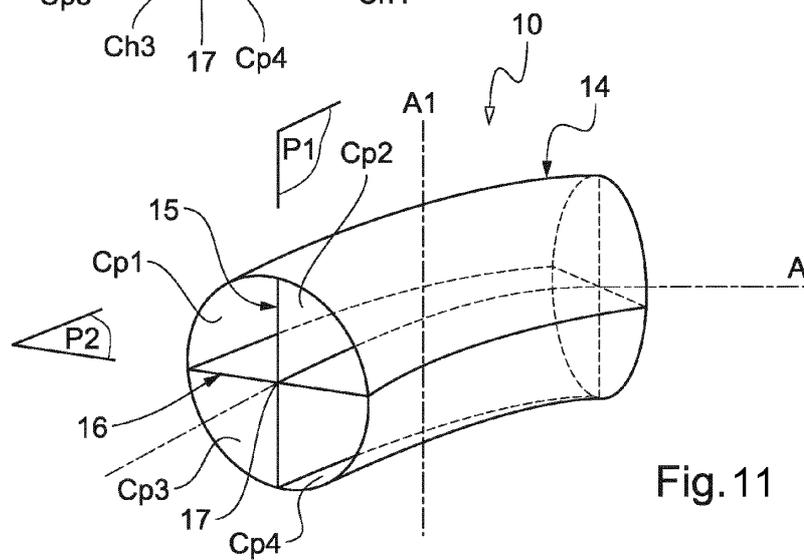


Fig. 11

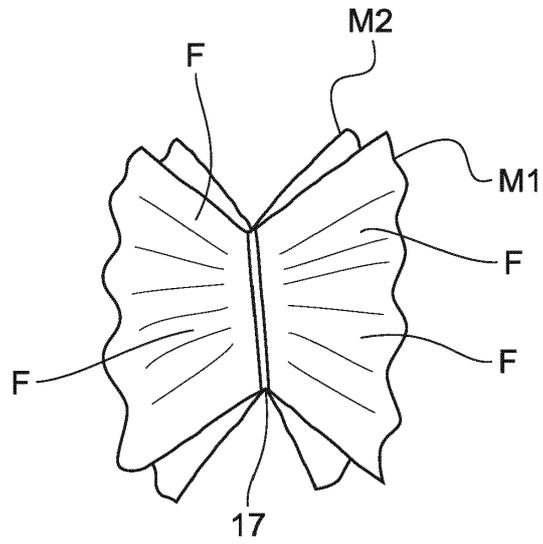


Fig.12

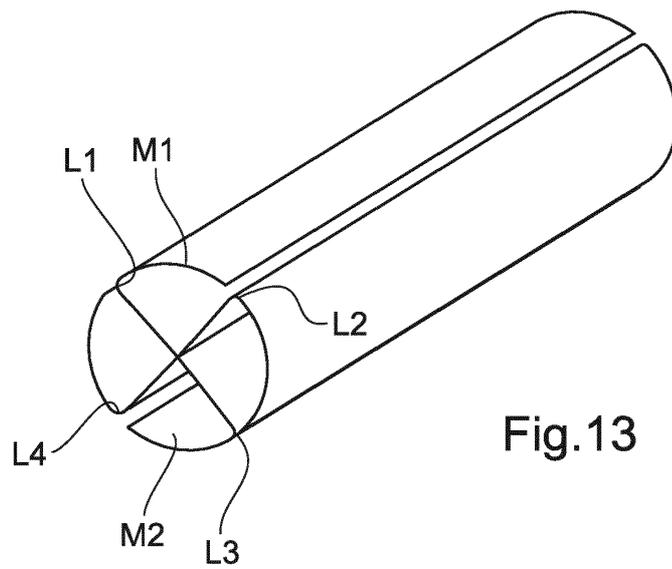


Fig.13