

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 387**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/29** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2015 PCT/EP2015/078936**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16091858**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2015 E 15817097 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3166514**

54 Título: **Amplificador de movimiento para un mecanismo de orientación de una herramienta orientable**

30 Prioridad:

**08.12.2014 EP 14196795**

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

**14.06.2018**

73 Titular/es:

**STEERABLE INSTRUMENTS NV (100.0%)  
Poortakkerstraat 9c  
9051 Sint-Denijs-Westrem, BE**

72 Inventor/es:

**DEWAELE, FRANK;  
MABILDE, CYRIEL;  
BLANCKAERT, BART;  
KALMAR, ALAIN y  
MAENE, LIEVEN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 672 387 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

Amplificador de movimiento para un mecanismo de orientación de una herramienta orientable

5 **Antecedentes de la invención**

La cirugía se caracteriza por la búsqueda continua de una mínima invasividad. Desde la década de 1980, la cirugía abierta se ha reemplazado en gran medida por un enfoque endoscópico en el que se insertan instrumentos largos a través de trocares en un abdomen dilatado con dióxido de carbono. La cirugía laparoscópica, conocida por sus validados beneficios de hospitalización más breve, menos dolor postoperatorio y recuperación más temprana, es más exigente para el cirujano. La disección, sutura y anudamiento precisos en una cirugía de acceso mínimo exigen una habilidad avanzada. Especialmente, cuando la línea de sutura y el eje del porta-agujas no son paralelos, esta habilidad es difícil de dominar. Las etapas recientes en la evolución hacia la mínima invasividad son la cirugía por puerto único (SPS) y la cirugía endoscópica transluminal por orificios naturales (NOTES). Ambos enfoques dan como resultado una curación sin cicatrices. En la SPS, los instrumentos se insertan a través de un trocar grande a través de, por ejemplo, el ombligo.

Una desventaja de la cirugía endoscópica es la reducida maniobrabilidad para el cirujano. Esto se debe principalmente al efecto de fulcro y la ausencia de movimientos similares a los de la muñeca en la punta del instrumento. La conciencia de esta desventaja aumenta a medida que se realizan procedimientos endoscópicos más complejos y cirugías por puerto único (caracterizadas por la acción cortante de los instrumentos).

El efecto de fulcro se explica por los largos instrumentos que pivotan en el plano del trocar insertado en el abdomen. Un movimiento del mango hacia la izquierda se traduce en un movimiento a la derecha del efector (por ejemplo, un par de tijeras). Es sorprendente ver lo rápido que un cirujano puede adaptarse a estos movimientos inversos.

La falta de movimientos similares a los de la muñeca es más difícil de superar. El robot quirúrgico proporciona una solución de última generación. En este sistema maestro-esclavo, los movimientos de las manos del cirujano en la consola se traducen en movimientos fluidos en la punta del instrumento. Esta solución es bastante costosa, lo que lleva al desarrollo de instrumentos manuales más baratos con una punta articulada omnidireccional.

La mayor parte del desafío se explica por la maniobrabilidad reducida. Un instrumento laparoscópico rígido convencional solo ofrece 4 grados de libertad (rotación, angulaciones ascendentes/descendentes, angulaciones a izquierda/derecha, movimientos de entrada/salida).

Para superar esta restricción en los movimientos, se han desarrollado diversos diseños para instrumentos orientables. En su forma más simple, los instrumentos articulados consisten en un tubo flexible precurvado que se desliza fuera de un tubo recto rígido (instrumentos articulados unidireccionales). Esta punta solo puede flexionarse en una dirección y no puede soportar la cantidad adecuada de fuerza lateral. Las alternativas más avanzadas son instrumentos que permiten movimientos de flexión de la punta en un solo plano. Debido a la naturaleza de la construcción, se crea una punta estable en su mayor parte. Estos instrumentos bidireccionales necesitan dirigirse a un punto de interés flexionándose en una dirección y, a continuación, girando todo el instrumento alrededor de su propio eje. Esto no es intuitivo. Los auténticos movimientos de muñeca solo son posibles con sistemas omnidireccionales. Los instrumentos articulados omnidireccionales consisten principalmente en un extremo proximal y un extremo distal, una parte de flexión proximal y una parte de flexión distal y una porción intermedia entre las mismas. El movimiento del extremo proximal se traduce en un movimiento en el extremo distal. Se describen ejemplos en la patente de Estados Unidos número 7.410.483 y en la patente de Estados Unidos número 8.105.350.

De manera similar a la cirugía robótica, los instrumentos articulados omnidireccionales proporcionan 7 grados de libertad (la rotación y la desviación axial de la punta en dos planos se añaden a los 4 DOF de los instrumentos rígidos convencionales). Una combinación de movimientos ascendentes/descendentes y a izquierda/derecha en el lado proximal permite llegar a cualquier punto en el lado de efector distal sin la necesidad de una rotación alrededor de su propio eje.

La maniobrabilidad aumentada se devuelve mediante una disminución importante en la estabilidad de la punta. Para resolver esto, las soluciones híbridas, tales como el sistema Kymerax® (Terumo) y el sistema Jaimy® (EndoControl) se compensan usando potentes motores eléctricos para restablecer la estabilidad de la punta. Los instrumentos articulados omnidireccionales ofrecen, en comparación con los sistemas robóticos, las ventajas de unos bajos costes y una retroalimentación táctil.

Un problema en la técnica de los instrumentos articulados omnidireccionales radica en la operación por el cirujano usando su muñeca. Mientras que la articulación de la muñeca humana es flexible en la medida en que puede adoptar una gama casi infinita de ángulos radiales con respecto al hueso del radio, la extensión angular de la flexión está limitada en todas las direcciones. En particular, el agarre del instrumento con los dedos para mantener un ángulo constante de entrada significa que los extremos articulados se controlan casi exclusivamente por la muñeca. Una flexión de muñeca hacia delante y hacia atrás habitualmente está limitada entre 70 y 80 grados en adultos, y la

flexión de lado a lado aún es más limitada. Para lograr un agarre en el instrumento y mantener un ángulo de entrada constante en el cuerpo, la muñeca está precurvada, lo que significa que hay menos libertad angular de flexión disponible para la muñeca en ciertas direcciones para controlar el instrumento. Controlar la flexión puede ser incómodo para el cirujano para lograr ángulos en las extremidades del movimiento, lo que produce tensión, fatiga y, por lo tanto, una reducción en la precisión. Un objetivo de la invención es superar el problema del desplazamiento de muñeca con respecto a los instrumentos orientables. El documento US 2008/0015631 A1 se considera la técnica anterior más cercana.

### Algunas realizaciones de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de transmisión mecánica (100, MTS) que tiene un extremo proximal (20) y un extremo distal (40), para un tubo orientable longitudinal (500), MTS (100) que:

- comprende un conjunto de miembros longitudinales, LM, (110), dispuestos en una dirección longitudinal alrededor de un tubo ficticio (180) mantenidos en una posición circunferencial y radial esencialmente constante con respecto al tubo ficticio (180) y que pueden deslizarse en relación con el tubo ficticio (180), y
- tiene una parte proximal flexible de transmisión (134, TBPP), una parte distal flexible de transmisión (130, TBDP) y una región de árbol de transmisión, TSR (132), entre la TBDP (130) y la TBPP (134), transmitiéndose los movimientos de la TBPP (134) a la TBDP (130) a lo largo de la TSR (132) por los LM (110),

comprendiendo el MTS (100) una subregión que es una región de amplificador de transmisión, TAR, (135) en la que el tubo ficticio (180) contiene al menos una sección plana (182) más grande que la (184) de la TBDP (130). La invención se describe en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes. La TAR (135) está dispuesta con al menos dos de dichas guías de LM (300, 305, 350, 350a). Las secciones planas consecutivas del tubo ficticio (180) en la TAR (135) pueden aumentar gradualmente de tamaño en la dirección del extremo distal (40) al extremo proximal (20).

La TAR (135) puede localizarse dentro de la TSR o al menos parcialmente dentro de la TBPP.

El MTS (100) está provisto además de un conjunto de guías de LM (300, 305, 350, 350a) configuradas para mantener los LM (110) en la posición circunferencial y radial esencialmente constante y deslizantes con respecto al tubo ficticio (180).

Cada guía de LM (300, 305, 350, 350a) del conjunto puede estar formada por un solo elemento.

Cada canal (310) del conjunto de canales está formado por un solo elemento.

Cada guía de LM (300, 305, 350, 350a) del conjunto comprende un cuerpo provisto de un conjunto de canales discretos (310), alojando cada uno de los mismos uno o dos LM (110), canales que están dispuestos alrededor del tubo ficticio (180).

Cada canal (310) del conjunto de canales puede formarse dentro del cuerpo de una sola pieza de una guía de LM (300).

Al menos dos guías de LM en el conjunto son guías de LM articuladas (305, 305a) que pueden estar dispuestas en tándem en la TBDP (130) y en la TBPP (134), cada una articulada con respecto a una guía de LM articulada adyacente (305, 305a), soportando de este modo la flexión de los LM (110) en la TBPP (134) y en la TBDP (130).

Al menos dos guías de LM (300, 305, 350, 350a) en el conjunto dispuesto en la TAR (135) pueden ser guías de LM articuladas (305, 305a) dispuestas en tándem en la TAR (135), cada una articulada con respecto a una guía de LM articulada adyacente, soportando de este modo la flexión de los LM (110) en la TAR.

Las guías de LM articuladas (305, 305a) en la TBDP (130) o la TBPP (134) pueden estar en contacto entre sí por parejas a través de una articulación giratoria.

Los canales (310) de las guías de LM articuladas consecutivas (350a) puede aumentar gradualmente en distancia desde un eje central (A-A') del MTS (100) en la dirección proximal cuando la TAR (135) está en la TBPP (134).

Al menos dos de las guías de LM en el conjunto son guías de LM fijas (350) que pueden estar dispuestas en tándem en la TSR (132) y fijadas de manera rotatoria una con respecto a otra.

Los canales (310) de las guías de LM fijas consecutivas (350a) pueden aumentar gradualmente en distancia desde un eje central (A-A') del MTS (100) en la dirección proximal cuando la TAR (135) está en la TSR (132).

El MTS (100) puede configurarse para mover la TBPP (134) y la TBDP (130) de manera omnidireccional.

5 La TBDP (130) puede configurarse para el movimiento en al menos dos planos de intersección diferentes que responden a los movimientos de la TBPP (134), y estando el MTS (100) provisto además de un efector de extremo (540) en el extremo distal de la TBDP (130) estando el MTS (100) configurado de tal manera que el efector de extremo (540) se fija de manera rotatoria en relación con la TBDP (130), y el efector de extremo puede hacerse rotar cuando la TBDP (130) está en una posición flexionada, mediante una rotación complementaria de la TBPP (134).

El tubo ficticio (180) en la TAR (135) puede contener una forma de cono truncado, cuyo extremo más grande está en el extremo proximal (20).

10 La invención también se refiere a un tubo orientable (500) y un robot quirúrgico que comprende un MTS (100) como se ha definido anteriormente.

### Breve descripción de las figuras

15 La **figura 1** es una representación esquemática de un sistema de transmisión mecánica (MTS) de la invención que tiene un conjunto de miembros longitudinales (LM) dispuestos alrededor de un tubo ficticio provisto de una región de amplificador de transmisión (TAR).

20 La **figura 2** representa una vista en planta de un MTS de la invención provisto de la región de amplificador de transmisión (TAR), por lo que la posición radial y circunferencial del miembro longitudinal se mantiene alrededor del tubo ficticio mediante las guías de miembro longitudinal (LM).

La **figura 3** representa un MTS accionado de la **figura 2**.

25 La **figura 4** representa una vista isométrica de una herramienta orientable que incorpora el MTS y la TAR de la invención.

La **figura 5** es una vista en planta del extremo proximal de un MTS.

30 La **figura 6** es una vista isométrica del MTS de la **figura 5**.

La **figura 7** es una vista en planta de una guía de LM provista de un conjunto de canales dispuestos alrededor del tubo ficticio.

35 La **figura 7A** es una vista detallada de un canal de la **figura 7** en el que está dispuesto un LM.

La **figura 8** es una vista lateral de una guía de LM articulada.

40 La **figura 9** es una vista lateral de una TAR presente en una región de árbol de transmisión (TSR) de un MTS.

La **figura 10** es una vista isométrica de una TAR de la **figura 9**.

45 La **figura 11A** es una vista en planta de un canal de una guía de LM de la invención junto con unas indicaciones dimensionales.

La **figura 11B** es una vista lateral de un canal de una guía de LM de la invención junto con unas indicaciones dimensionales.

50 La **figura 12A** es una vista en planta de un LM junto con unas indicaciones dimensionales.

La **figura 12B** es una sección plana de un LM en el punto B de la **figura 12A** junto con unas indicaciones dimensionales.

55 La **figura 13** muestra la TAR dentro de la TSR y en contacto con la parte proximal flexible de transmisión (TBPP).

La **figura 14** muestra la TAR que está dentro de la TSR.

60 La **figura 15** muestra la TAR dentro de la TBPP.

La **figura 16** muestra una TAR dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente, por lo que los canales no admiten la inclinación del LM.

65 La **figura 17** muestra una TAR dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente, por lo que los canales son suficientemente estrechos para admitir la inclinación del LM.

La **figura 18** muestra una TAR dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente, por lo que los canales tienen forma de cuña para admitir la inclinación del LM.

5 La **figura 19** muestra una TAR dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente, por lo que los canales tienen una altura de canal aumentada para admitir la inclinación del LM.

La **figura 20** muestra una TAR dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente, por lo que los canales tienen una forma de "lente cóncava" para admitir la inclinación del LM.

## 10 Descripción detallada de la invención

Antes de describir el presente método usado en la invención, debe entenderse que la presente invención no está limitada a los componentes o los dispositivos específicos descritos, ya que tales componentes y dispositivos pueden, por supuesto, variar. También debe entenderse que la terminología usada en el presente documento no pretende ser limitante, ya que el alcance de la presente invención solo estará limitado por las reivindicaciones adjuntas.

Tal como se usa en el presente documento, las formas singulares "un", "una", y "el" o "la" incluyen tanto los referentes en singular como en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

20 Las expresiones "que comprende", "comprende" y "compuesto por" como se usan en el presente documento son sinónimos de "que incluye", "incluye" o "que contiene", "contiene", y son inclusivos o de composición abierta y no excluyen miembros, elementos o etapas del método adicionales no mencionados. Las expresiones "que comprende", "comprende" y "compuesto por" también incluyen el término "que consiste en".

25 La enumeración de intervalos numéricos mediante puntos finales incluye todos los números y fracciones subsumidos dentro de los intervalos respectivos, así como los puntos finales mencionados.

30 El término "aproximadamente" tal como se usa en el presente documento cuando hace referencia a un valor medible, tal como un parámetro, una cantidad, una duración temporal, y similares, pretende abarcar variaciones de +/- 10 % o menos, preferentemente de +/-5 % o menos, más preferentemente +/- 1 % o menos, y aún más preferentemente +/- 0,1 % o menos y desde el valor especificado, en la medida en que tales variaciones sean adecuadas para realizarse en la invención desvelada. Debe entenderse que también se desvela específica y preferentemente el valor al que hace referencia el modificador "aproximadamente".

35 A menos que se defina lo contrario, todos los términos usados en la divulgación de la invención, incluyendo términos técnicos y científicos, tienen el significado que se entiende habitualmente por los expertos en la materia a la que pertenece la presente invención. Por medio de una orientación adicional, se incluyen las definiciones de los términos usados en la descripción para apreciar mejor las enseñanzas de la presente invención.

40 Los términos "distal" y "proximal" se usan a través de la memoria descriptiva, y son términos que se entienden, en general, en el campo para significar hacia (proximal) o lejos (distal) del lado del cirujano del aparato. Por lo tanto, "proximal" significa hacia el lado del cirujano y, por lo tanto, lejos del lado del paciente. Por el contrario, "distal" significa hacia el lado del paciente y, por lo tanto, lejos del lado del cirujano.

45 La presente invención se refiere a un sistema de transmisión mecánica (MTS) para una herramienta orientable que contiene una región de amplificador para amplificar los movimientos de accionamiento. El MTS contiene una pluralidad de cables de orientación, conocidos como miembros longitudinales, LM, en el presente documento, dispuestos alrededor y en contacto con un tubo ficticio, que transmiten movimientos desde una parte proximal flexible de transmisión, TBPP, a una parte distal flexible de transmisión, TDBP. Un movimiento de la TBPP, transmitido a través de los LM, da como resultado un movimiento correspondientemente mayor de la TDBP. En la región de amplificador, se aumenta el tamaño del tubo ficticio hacia el extremo proximal del MTS. Para un pequeño movimiento de la TBPP, el operador puede obtener una mayor distancia de desplazamiento en la TDBP. Encuentra una utilidad específica en una configuración quirúrgica cuando la herramienta orientable se opera con los dedos de una sola mano y el volumen operativo disponible es limitado. En un aspecto específico, los LM se disponen alrededor del tubo ficticio y se mantienen en una posición radial fija con respecto a un eje central del MTS mediante unas guías de LM que se articulan entre sí en la parte de extremo de flexión del sistema de transmisión mecánica (MTS) y, por lo tanto, de la herramienta orientable. La guía de LM está dispuesta con un conjunto de canales para mantener los LM en su posición. En la región de amplificador, los canales están configurados para guiar los LM desde un tubo ficticio más pequeño hacia el extremo distal del MTS hasta un tubo ficticio más grande hacia el extremo proximal del MTS.

65 La herramienta orientable es preferentemente longitudinal, lo que significa que es más larga en una dirección. Esto no implica necesariamente que la herramienta orientable sea lineal, aunque una herramienta orientable lineal (recta) está dentro del alcance de la invención. La herramienta orientable puede ser recta o curva, por ejemplo, tener una región de árbol en forma de C o de S.

Habitualmente, una herramienta orientable tiene un extremo proximal y un extremo distal y contiene un MTS. La herramienta orientable comprende una parte distal flexible que se mueve en respuesta al accionamiento del MTS en el extremo proximal. La BDP y la BPP a veces se conocen como una muñeca. El accionamiento del MTS en el extremo proximal induce una respuesta de movimiento en la BDP. La herramienta orientable también está provista de una región de árbol, que puede ser esencialmente rígida o semirrígida, estando uno de sus extremos dispuesto con la BDP. La región de árbol es longitudinal, lo que significa que es más larga en una dirección. Esto no implica necesariamente que la región de árbol sea lineal, aunque un árbol lineal (recto) está dentro del alcance de la invención. La región de árbol puede ser recta o curva, por ejemplo, tener forma de C o de S. Para controlar la BDP, los cables de orientación que se conocen como miembros longitudinales (LM) se usan en el MTS. Controlan la BDP tirando o empujando, por lo que los LM pueden resistir las fuerzas de tracción y de compresión. El MTS comprende un conjunto de miembros longitudinales (LM) que tienen, cada uno de los mismos, un extremo proximal y un extremo distal, dispuestos en una dirección longitudinal alrededor de un tubo ficticio. Los LM en el conjunto entran en contacto con el tubo ficticio. La punta (extremo terminal distal) de la BDP debería poder moverse con la misma facilidad en cualquier dirección, *es decir*, no hay singularidad. La respuesta de movimiento es proporcional al grado de accionamiento. Hay una región de amplificador, configurada para cambiar la forma del tubo ficticio, tal como para reducir la distancia radial de los LM con respecto a un eje central de la herramienta orientable en la dirección distal. En particular, la AR es una región o zona en la herramienta orientable en la que el tamaño del tubo ficticio aumenta desde el extremo distal hasta el extremo proximal de la AR. La AR puede localizarse en la SR y/o en la BPP. Preferentemente, la AR puede localizarse, al menos parcialmente, por completo en la BPP. Preferentemente, la AR está localizada en la SR en el extremo distal. Preferentemente, la AR está localizada en la SR en el extremo distal y entra en contacto con la BPP.

Preferentemente, la región de árbol es esencialmente rígida o semirrígida, o puede ser flexible y hacerse rígida o semirrígida cuando funciona conjuntamente con un exotubo o tubo exterior rígido o semirrígido. La región de árbol es adyacente a la BDP. La región de árbol puede contactar con la BDP. La herramienta orientable puede estar provista además de una parte proximal flexible (BPP) en el extremo proximal de la herramienta orientable. La BPP es adyacente a la región de árbol, es decir, la región de árbol está dispuesta entre la BDP y la BPP.

El movimiento de la BPP acciona el MTS en el extremo proximal e induce una respuesta de movimiento en la BDP. El movimiento de la BPP en diferentes direcciones radiales y en diferentes grados de flexión se transmite usando el MTS a la BDP, y da como resultado un cambio correspondiente en la dirección radial y/o el grado de flexión de la BDP. La herramienta orientable puede accionarse en el extremo proximal usando un dispositivo electromecánico conectado directamente al MTS, por ejemplo, a dos o más de los LM, o a cada LM. Habitualmente, los LM se accionarían en la región de árbol. En tal caso, la herramienta podría estar desprovista de una BPP. Como alternativa, el control robótico puede realizarse usando un dispositivo electromecánico para accionar la BPP. El dispositivo electromecánico puede ser, por ejemplo, un servomotor. El acoplamiento a un dispositivo electromecánico facilitaría la integración directa en un robot quirúrgico.

La respuesta de movimiento de la BDP pueden ser:

- un cambio en el grado de flexión dentro de un plano paralelo y en contacto con un eje longitudinal central y que se extiende desde la región de árbol,
- una dirección de cambio de la flexión dentro de un plano perpendicular y en contacto con un eje longitudinal central y que se extiende desde la región de árbol.

La combinación de los movimientos de la herramienta orientable permite normalmente facilitar una rotación de la región de árbol que podría transmitirse a la BDP en su punta, mientras que la BDP está en una posición flexionada.

La herramienta orientable puede ser un instrumento quirúrgico, tal como, por ejemplo, un instrumento laparoscópico o un catéter endovascular. La invención puede usarse en un instrumento articulado, tal como, pero sin limitarse a, aplicaciones endovasculares, instrumentos quirúrgicos, herramientas quirúrgicas robóticas médicas teleoperadas por robótica o manuales y aplicaciones industriales.

La BDP está configurada para moverse de manera omnidireccional, *es decir*, en cualquier dirección radial. Preferentemente, la BDP está configurada para moverse en cualquier dirección radial (aproximadamente 360° con respecto al eje longitudinal central (**A'-A**) de la región de árbol). Preferentemente, la BDP está configurada para moverse en al menos dos planos diferentes (*por ejemplo*, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o más) dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central (**A'-A**) de la región de árbol. Preferentemente, la BDP está configurada para moverse en un número infinito de planos diferentes dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central (**A'-A**) de la región de árbol.

De manera similar, la BPP está configurada para moverse de manera omnidireccional, *es decir*, en cualquier dirección radial. Preferentemente, la BPP está configurada para moverse en cualquier dirección radial (aproximadamente 360° con respecto al eje longitudinal central (**A'-A**) de la región de árbol). Preferentemente, el MTS está configurado para mover la BPP en al menos 8 direcciones diferentes. Preferentemente, la BPP está

configurada para moverse en al menos dos planos diferentes (*por ejemplo*, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o más) dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central (**A'-A**) de la región de árbol. Preferentemente, la BPP está configurada para moverse en un número infinito de diferentes planos dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central de la región de árbol.

5 La herramienta orientable puede estar provista de un efector de extremo, tal como una abrazadera, unos alicates, unas tijeras de corte y similares. El efector de extremo se proporciona en el extremo distal de la herramienta orientable.

10 Además, puede ser posible hacer rotar la punta distal del instrumento alrededor de su propio eje, incluso en un estado flexionado. La herramienta orientable puede estar provista de un efector de extremo en el extremo distal de la BDP, estando el MTS configurado de tal manera que el efector de extremo se fija de manera rotatoria en relación con la BDP, y el efector de extremo puede rotar cuando la BDP está en posición flexionada, mediante una rotación complementaria de la BPP. El efector de extremo puede fijarse de manera rotatoria en relación con la BDP por medio de un elemento bloqueable configurado para permitir el ajuste rotatorio y fijar de manera rotatoria el efector de extremo en relación rotatoria con la BDP.

El MTS que se describe en el presente documento tiene un extremo proximal y un extremo distal. El extremo proximal y el extremo distal se corresponden con los de la herramienta orientable. Tiene un eje longitudinal central. El extremo distal está provisto de una parte distal flexible de transmisión (TBDP) que se mueve en respuesta al accionamiento del MTS en el extremo proximal, y que mueve la BDP de la herramienta orientable. La TBDP se corresponde en posición con la BDP. Los movimientos de la TBDP se transfieren a la BDP de la herramienta orientable. El extremo proximal está provisto de una parte proximal flexible de transmisión (TBPP). Los movimientos por parte del usuario de la BPP de la herramienta orientable se transfieren a la TBPP. La TBDP se corresponde en posición con la BPP. La TBPP acciona el MTS en el extremo proximal e induce la respuesta de movimiento de la TBDP que se transfiere a la BDP de la herramienta orientable.

El MTS también está provisto de una región de árbol de transmisión (TSR) para disponerse dentro de la región de árbol correspondiente de la herramienta orientable. Preferentemente, la TSR es esencialmente rígida o semirrígida, o puede volverse rígida o semirrígida cuando funciona conjuntamente con un exotubo o tubo exterior rígido o semirrígido.

El MTS contiene una sub-región longitudinal que es una región de amplificador de transmisión, TAR. Se corresponde con la AR de la herramienta orientable y con la FTAR del tubo ficticio que se describe a continuación. La TAR es una región o zona del MTS en la que el tamaño del tubo ficticio aumenta desde el extremo distal hasta el extremo proximal de la TAR. Habitualmente, el tubo ficticio que sale de la TAR en su extremo proximal mantiene el tamaño más grande al menos hasta el extremo proximal del MTS. La TAR puede localizarse en la TSR y/o en la TBPP. Preferentemente, la TAR puede localizarse, al menos parcialmente, por completo en la TBPP. Preferentemente, la TAR está localizada en la TSR en el extremo distal. Preferentemente, la TAR está localizada en la TSR en el extremo distal y entra en contacto con la TBPP. Preferentemente, la TAR está localizada en la TSR en el extremo distal. La TAR puede localizarse exclusivamente en la TSR. Preferentemente, las regiones definidas anteriormente hacen referencia al MTS en un modo neutro (no accionado).

La TAR contiene al menos una sección plana más grande en comparación con la de la TBDP. Cuando se comparan los tamaños de una sección plana, se compara el área del perfil exterior de la sección plana. Habitualmente, una sección plana es una sección transversal perpendicular al eje central longitudinal (**A-A'**) del tubo ficticio o MTS. Cuando el MTS tiene un perfil circular, el tamaño de la sección plana hace referencia a su diámetro exterior. Como consecuencia de la TAR, los LM en la TAR se establecen a una mayor distancia radial del eje central del MTS, en comparación con los LM en la TBDP.

El tamaño de las secciones planas en la TAR se reduce preferentemente de manera gradual desde el extremo proximal al extremo distal de la TAR. Por lo tanto, la TAR puede tener la forma de un cono truncado. El tamaño de una sección plana en el extremo distal de la TAR puede ser el mismo que el tamaño de una sección plana en la TBDP. El tamaño de una sección plana en el extremo proximal de la TAR puede ser el mismo que el tamaño de una sección plana en la TBPP.

La TBPP puede accionarse manual o robóticamente. El control robótico puede realizarse usando un dispositivo electromecánico para accionar la BPP. El dispositivo electromecánico puede ser, por ejemplo, un servomotor. Esto facilitaría la integración directa en un robot quirúrgico.

La TBDP está configurada para moverse de manera omnidireccional, es *decir*, en cualquier dirección radial. Preferentemente, la TBDP está configurada para moverse en cualquier dirección radial (aproximadamente 360° con respecto al eje longitudinal central (**A'-A**) de la TSR). Preferentemente, la TBDP está configurada para moverse en al menos dos planos diferentes (*por ejemplo*, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o más) dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central (**A'-A**) de la TSR. Preferentemente, la TBDP está configurada para moverse en un número infinito de planos diferentes dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central (**A'-A**) de la TSR.

De modo similar, la TBPP está configurada para moverse de manera omnidireccional, es decir, en cualquier dirección radial. Preferentemente, la TBPP está configurada para moverse en cualquier dirección radial (aproximadamente 360° con respecto al eje longitudinal central (**A'-A**) de la TSR). Preferentemente, el MTS está configurado para mover la TBPP en al menos 8 direcciones diferentes. Preferentemente, la TBPP está configurada para moverse en al menos dos planos diferentes (*por ejemplo*, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o más) dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central (**A'-A**) de la región de árbol. Preferentemente, la TBPP está configurada para moverse en un número infinito de planos diferentes dispuestos en paralelo y en contacto con un eje longitudinal central de la región de árbol.

El MTS puede estar provisto de un efector de extremo, tal como una abrazadera, unos alicates, unas tijeras de corte y similares. El efector de extremo se proporciona en el extremo distal de la herramienta orientable.

Además, puede ser posible hacer rotar la punta distal del MTS alrededor de su propio eje, incluso en un estado flexionado. La herramienta orientable puede estar provista de un efector de extremo en el extremo distal de la TBPP, estando el MTS configurado de tal manera que el efector de extremo se fija de manera rotatoria en relación con la TBPP, y el efector de extremo puede hacerse rotar cuando la TBPP está en posición flexionada, mediante una rotación complementaria de la TBPP. El efector de extremo puede fijarse de manera rotatoria en relación con la TBPP por medio de un elemento bloqueable configurado para permitir un ajuste rotatorio y para fijar de manera rotatoria el efector de extremo en relación rotatoria con la TBPP.

El MTS comprende un conjunto de miembros longitudinales (LM) que tienen, cada uno de los mismos, un extremo proximal y un extremo distal, dispuestos en una dirección longitudinal alrededor de un tubo ficticio. Los LM del conjunto entran en contacto con el tubo ficticio. Los LM también se conocen como cables de orientación. El LM que se describe en el presente documento tiene un extremo proximal y un extremo distal.

De manera similar a las partes o regiones del MTS (TBPP, TSR, TBPP, TAR), puede considerarse que el LM contiene partes o regiones correspondientes. El extremo distal del LM está provisto de una parte distal flexible de LM (LMBDP) para disponerse en la TBPP del MTS. El LM está provisto de una región de árbol de LM (LMSR) para disponerse en la TSR correspondiente del MTS. El extremo proximal está provisto de una parte proximal flexible de LM (LMBPP) para disponerse en la TBPP del MTS. El LM está provisto de una región de amplificador de LM (LMAR) para disponerse en la TAR del MTS.

La LMAR es una región o zona en la que el tamaño del tubo ficticio aumenta desde el extremo distal hasta el extremo proximal de la LMAR. Habitualmente, el tubo ficticio que sale de la LMAR en su extremo proximal mantiene el tamaño más grande al menos hasta el extremo proximal del MTS. La LMAR puede localizarse en la LMSR y/o en la LMBPP. Preferentemente, la LMAR puede localizarse, al menos parcialmente, por completo en la LMBPP. Preferentemente, la LMAR está localizada en la LMSR en el extremo distal. Preferentemente, la LMAR está localizada en la LMSR en el extremo distal y entra en contacto con la LMBPP. Preferentemente, las regiones definidas anteriormente hacen referencia al LM cuando el MTS está en un modo neutro (no accionado).

Los extremos distales de los LM se mantienen en relación fija entre sí en el MTS. Los extremos distales de los LM, más preferentemente los extremos terminales distales de los LM, pueden conectarse a un elemento de fijación de LM distal. Preferentemente, el elemento de fijación de LM distal mantiene los LM en sus posiciones circunferenciales respectivas, por ejemplo, puede mantener los extremos terminales distales de los LM en un anillo anular. El elemento de fijación de LM distal puede ser, por ejemplo, un disco o anillo dispuesto en el extremo distal del MTS. Preferentemente, el elemento de fijación de LM distal es rígido.

De manera similar, los extremos proximales de los LM, más preferentemente los extremos terminales proximales de los LM, pueden mantenerse en relación fija entre sí en el MTS. Los extremos proximales de los LM pueden conectarse a un elemento de fijación de LM proximal. Preferentemente, el elemento de fijación de LM proximal mantiene los LM en sus posiciones circunferenciales respectivas, por ejemplo, puede mantener los extremos terminales proximales de los LM en un anillo anular. El elemento de fijación de LM proximal puede ser un disco o anillo dispuesto en el extremo proximal del MTS. Preferentemente, el elemento de fijación de LM proximal es rígido.

Los LM pueden deslizarse unos con respecto a otros, en la medida en que el movimiento esté restringido por dicho elemento(s) de fijación de LM. Se aprecia que los extremos terminales distales de cada LM en el conjunto se mantienen en relación fija entre sí (por los elementos de fijación de LM distales), y los extremos terminales proximales de cada LM en el conjunto se mantienen en relación fija entre sí (por los elementos de fijación de LM proximales) y, por lo tanto, los LM no se deslizan unos con respecto a otros en los extremos terminales proximal y distal. La aplicación de fuerza, empujar y/o tirar de, en el extremo proximal del MTS se transmite a través de los LM a lo largo de la LMSR hasta la LMBDP, lo que a su vez provoca el movimiento de la TBPP, *por ejemplo*, tirando de o empujando el elemento(s) de fijación mencionado anteriormente. A medida que los LM se deslizan sobre la FTAR, cambia la distancia con respecto al eje central del MTS. Los LM que se mueven en la dirección proximal se fuerzan para alejarse del eje central del MTS. Los LM que se mueven en la dirección distal se fuerzan para acercarse al eje central del MTS.

El número de LM en el conjunto puede ser al menos dos, por ejemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26 o más. Para la orientación omnidireccional, se prefiere que estén presentes en el conjunto al menos 4, más preferentemente al menos 6 u 8, más preferentemente al menos 6 u 8 LM, incluso más preferentemente de 18 a 22 LM.

5 Un LM tiene una longitud, un espesor y una anchura (véanse las **figuras 10A y 10B**). Una anchura es la distancia a través de una sección plana en una dirección más larga. Habitualmente, una sección plana es una sección transversal perpendicular al eje central longitudinal (L-L') de un LM. Un espesor es la distancia a través de la sección plana en una dirección más corta. Las direcciones más largas y más cortas son perpendiculares entre sí. Cuando uno de los lados de la sección plana es recto, una dirección es paralela a dicho borde recto. La anchura del LM puede ser constante en la dirección longitudinal. El espesor del LM puede ser constante en la dirección longitudinal. El espesor y la anchura pueden ser los mismos, por ejemplo, cuando la sección plana es cuadrada o redonda. La longitud del LM hace referencia a la longitud longitudinal.

15 Las dimensiones de un LM pueden depender del diámetro y la longitud de la herramienta orientable eventual, y del número de LM utilizados. A modo de orientación general, un LM puede tener un espesor en una dirección de 40 µm, 50 µm, 60 µm, 80 µm, 100 µm, 200 µm, 400 µm o 500 µm, o un valor en el intervalo entre dos de los valores mencionados anteriormente. Un LM puede tener una anchura de 80 µm, 100 µm, 120 µm, 140 µm, 160 µm, 180 µm, 200 µm, 300 µm, 400 µm, 500 µm, 600 µm, 700 µm, 800 µm, 900 µm, 1000 µm, 1100 µm, 1200 µm, 1300 µm, 1400 µm o 1500 µm o un valor en el intervalo entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente. Los expertos en la materia entenderán cómo seleccionar un espesor y una anchura adecuados de acuerdo con el diámetro del MTS. Para un MTS de 10 mm de diámetro, el espesor preferido es de 280 µm a 320 µm, preferentemente de aproximadamente 300 µm, y la anchura preferida es de 480 µm a 520 µm, preferentemente de aproximadamente 500 µm en la LMBDP, la LMSR y, opcionalmente, la LMBPP. La longitud del MTS dependerá de la longitud de la herramienta orientable y su aplicación. Las dimensiones preferidas anteriores se aplican a un MTS de 37-40 cm de longitud.

Los LM pueden fabricarse de cualquier material adecuado que tenga las propiedades de tracción y de compresión adecuadas y que los expertos en la materia pueden deducir. Preferentemente, los LM se fabrican de un material no compresible. Los ejemplos incluyen acero inoxidable o nitinol, beta titanio, acero para resortes o polímero.

El LM puede fabricarse de una sola hebra de un material, *por ejemplo*, una sola tira de acero inoxidable. Como alternativa, puede fabricarse de múltiples hebras de material conectadas en tándem.

35 Los LM están dispuestos longitudinalmente alrededor del tubo ficticio. Los LM pueden distribuirse uniformemente alrededor del tubo ficticio, *por ejemplo*, la distancia entre los LM adyacentes puede ser esencialmente la misma. Los LM pueden distribuirse simétricamente alrededor del tubo ficticio, *por ejemplo*, puede haber un plano de simetría alrededor de una sección transversal longitudinal del tubo ficticio. Los LM pueden distribuirse de manera no uniforme alrededor del tubo ficticio, *por ejemplo*, la distancia entre al menos dos pares de LM adyacentes puede ser diferente.

40 Preferentemente, el LM se dispone esencialmente a lo largo de la longitud del MTS, y de la herramienta orientable. Abarca la TBDP y se extiende a la TSR y la TBPP donde está presente.

45 Preferentemente, los LM están dispuestos de tal manera que sus ejes longitudinales son paralelos entre sí. Preferentemente, los LM están dispuestos de tal manera que sus ejes longitudinales son paralelos a un eje longitudinal (**A-A'**) del tubo ficticio. Preferentemente, los LM están dispuestos de tal manera que sus ejes longitudinales son paralelos a un eje longitudinal de la herramienta orientable longitudinal.

50 El tubo ficticio que se describe en el presente documento tiene un extremo proximal y un extremo distal, que corresponden a los extremos proximal y distal de la herramienta orientable o MTS. El tubo ficticio tiene un eje central que corresponde al eje central de la herramienta orientable o MTS. El tubo ficticio está dispuesto a lo largo de la longitud del MTS.

55 Preferentemente, el tubo ficticio es longitudinal. Preferentemente tiene una sección plana circular, siendo la sección plana esencialmente perpendicular a un eje longitudinal y haciendo referencia al perfil exterior. Sin embargo, se prevén otras secciones planas, tales como ovals. Preferentemente, la forma de la sección plana, *por ejemplo*, circular u oval, es la misma en todo el tubo ficticio, aunque la transición, preferentemente una transición gradual, entre una o más formas está dentro del alcance de la invención. Un eje central (**A'-A**) del tubo ficticio es preferentemente coaxial con un eje central de la herramienta orientable. El tubo ficticio es preferentemente cilíndrico. El tubo ficticio tiene un diámetro que es más pequeño que el diámetro de la herramienta orientable en la posición correspondiente.

65 El extremo distal del tubo ficticio contiene una parte distal flexible de tubo ficticio (FTBDP) correspondiente a la TBDP del MTS, y a la BDP de la herramienta orientable. Preferentemente, la FTBDP tiene una forma cilíndrica en una configuración no flexionada.

El tubo ficticio contiene una región de árbol de tubo ficticio (FTSR) correspondiente a la TSR del MTS, y a la SR de la herramienta orientable. Preferentemente, la FTSR tiene una forma cilíndrica en una configuración no flexionada. Preferentemente, la FTSR tiene un tamaño constante a lo largo de la longitud longitudinal de la FTSR. La FTSR es proximal a la FTBDP.

5 El tubo ficticio contiene una parte proximal flexible de tubo ficticio (FTBPP) correspondiente a la TBPP del MTS, y a la BPP de la herramienta orientable. La FTBPP es proximal a la FTSR. Preferentemente, la FTBPP tiene una forma cilíndrica en una configuración no flexionada.

10 Los LM siguen la forma longitudinal del tubo ficticio. Cuando el tubo ficticio contiene la región de amplificador de tubo ficticio (FTAR), por ejemplo, los LM siguen la reducción en la distancia desde el eje central en la dirección distal. Los LM se mantienen en una posición radial y circunferencial esencialmente constante con respecto al tubo ficticio. Los LM se deslizan en relación con el tubo ficticio en la FTSR, y en la FTBPP y la FTBDP. Los extremos distales de los LM, más preferentemente los extremos terminales distales de los LM, están en relación fija con el extremo terminal distal del tubo ficticio. Los extremos proximales de los LM, más preferentemente los extremos terminales proximales de los LM, están en relación fija con el extremo terminal proximal del tubo ficticio.

20 El tubo ficticio contiene una sub-región que es una región de amplificador de tubo ficticio (FTAR). Corresponde a la TAR del MTS y a la AR de la herramienta orientable. La FTAR es una región o zona en el tubo ficticio en la que el tamaño del tubo ficticio aumenta desde el extremo distal al extremo proximal de la FTAR. La FTAR puede localizarse en la FTSR y/o en la FTBPP. Preferentemente, la FTAR puede localizarse, al menos parcialmente, por completo en la FTBPP. Preferentemente, la FTAR está localizada en la FTSR en el extremo distal. Preferentemente, la FTAR está localizada en la FTSR en el extremo distal y contacta con la FTBPP. La FTAR es una subregión longitudinal del tubo ficticio, que contiene al menos una sección plana más grande en comparación con la de la FTBDP. Cuando se comparan los tamaños de una sección plana, se compara el área del perfil exterior de la sección plana. Habitualmente, una sección plana es una sección transversal perpendicular al eje central longitudinal (A-A') del tubo ficticio o MTS. Cuando el tubo ficticio tiene un perfil circular, el tamaño de la sección plana hace referencia a su diámetro. Como consecuencia de la FTAR, los LM dispuestos alrededor y en contacto con la FTAR se establecen a una mayor distancia radial del eje central del tubo ficticio, en comparación con los LM dispuestos alrededor de la FTBDP.

30 Preferentemente, el tamaño de las secciones planas consecutivas en la FTAR se reduce de manera gradual desde el extremo proximal al extremo distal de la FTAR. Por lo tanto, la FTAR puede tener la forma de un cono truncado. El tamaño de una sección plana en el extremo distal de la FTAR puede ser el mismo que el tamaño de una sección plana en la FTBDP. El tamaño de una sección plana en el extremo proximal de la FTAR puede ser el mismo que el tamaño de la sección plana en la FTBPP. El tamaño de una sección plana en el extremo proximal de la FTAR puede ser de 1,5 a 3 veces el tamaño de una sección plana en el extremo distal de la FTAR. Cuando el tubo ficticio tiene un perfil circular, el diámetro de una sección plana en el extremo proximal de la FTAR puede ser de 1,5 a 3 veces el diámetro de una sección plana en el extremo distal de la FTAR.

40 A modo de orientación general para instrumentos tales como los instrumentos quirúrgicos, la FTAR puede tener un diámetro máximo en el extremo distal de 0,1 cm, 0,15 cm, 0,2 cm, 0,3 cm, 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm, 0,8 cm, 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm, 1,8 cm, 1,9 cm o más, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,15 cm y 1,9 cm. La FTAR en el extremo proximal tiene un diámetro mayor en comparación con en el extremo distal, por ejemplo, un 10 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 %, 150 %, 200 %, 250 %, 300 %, 350 %, o 400 % más grande, o un valor en el intervalo entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente. El aumento del diámetro en la dirección proximal puede ser de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 cm por 1 cm de distancia longitudinal en la FTAR.

45 Como se ha explicado, los LM pueden mantenerse en una alineación radial y circunferencial alrededor del tubo ficticio usando un conjunto de guías de LM descritas en otra parte en el presente documento.

50 El MTS está provisto de un conjunto de guías de LM configuradas para soportar y mantener la disposición de los LM alrededor del tubo ficticio. Puede haber de 2 a 30, más preferentemente de 3 a 20 guías de LM en el conjunto. En particular, el conjunto de guías de LM mantiene el conjunto de LM en una posición circunferencial constante en el tubo ficticio, y puede deslizarse en relación con el mismo. En particular, el conjunto de guías de LM puede restringir axialmente de manera rotatoria los LM del conjunto, en particular en la TBDP y la TBPP donde estén presentes.

55 Una o más guías de LM del conjunto ("guías de LM articuladas" en el presente documento) pueden articularse una con respecto a otra, en particular pivotar una con respecto a otra, soportando de este modo la flexión de los LM, de manera similar a una articulación de muñeca. Las guías de LM articuladas pueden disponerse en la TBDP y en la TBPP donde estén presentes, que corresponden a la BDP y la BPP de la herramienta orientable. En un MTS de 30 a 40 cm de longitud y un diámetro de 6 mm a 8 mm, la TBDP puede contener entre 5 y 10 guías de LM articuladas. La distancia entre las guías de LM articuladas adyacentes no puede ser superior a 12 mm, más preferentemente 10 mm, cuando las guías de LM están alineadas en línea recta. Esto es para evitar el pandeo de los LM.

Una o más guías de LM del conjunto (“guías de LM fijas” en el presente documento) pueden fijarse de manera rotatoria entre sí, manteniendo de este modo una trayectoria fija (no flexionada) del LM. Las guías de LM fijas pueden disponerse en la TSR, correspondiente a la SR de la herramienta orientable, dando lugar a una TSR esencialmente rígida o semirrígida. En un MTS de 30 a 40 cm de longitud y un diámetro de 6 mm a 8 mm, la TSR puede contener entre 13 y 17 guías de LM fijas.

La TAR puede comprender al menos dos guías de LM del conjunto. Cada guía de LM puede proporcionar un punto de contacto discreto con cada LM. Por ejemplo, en la **figura 5**, la TAR (**135**) comprende una pluralidad de guías de LM (**350a**, **350a'**, **350a''**) que proporcionan, cada una de las mismas, un punto de contacto discreto con cada LM en una dirección longitudinal. Cada guía de LM es individual.

Cuando la TAR está dispuesta en la TSR, la TAR contendrá una pluralidad de guías de LM fijas, dando lugar a una TAR esencialmente rígida o semirrígida. De acuerdo con un aspecto, la disposición de los LM en la FTAR se realiza mediante una o más guías de LM fijas que, a lo largo de la TAR, acercan la posición radial de los LM al eje central del MTS en la dirección distal. En otras palabras, los canales de las guías de LM fijas consecutivas en la TAR aumentan gradualmente en distancia desde el eje central del MTS en la dirección proximal. Las guías de LM fijas dispuestas en la TAR pueden constituir una forma cónica truncada en general. El extremo más ancho del cono está orientado en la dirección proximal.

Cuando la TAR está dispuesta en la TBPP, la TAR contendrá las guías de LM articuladas que dan lugar a una TAR articulada y, por lo tanto, una TBPP articulada. De acuerdo con un aspecto, al menos dos guías de LM en el conjunto dispuesto en la TAR son guías de LM articuladas dispuestas en tándem en la TAR, cada una articulada con respecto a una guía de LM articulada adyacente, soportando de este modo la flexión de los LM en la TAR. La una o más, preferentemente al menos 2, guías de LM articuladas en la TBPP a lo largo de la TAR, acercan la posición radial de los LM al eje central del MTS en la dirección distal. En otras palabras, los canales de las guías de LM articuladas consecutivas en la TAR (y, por lo tanto, en la TBPP) disminuyen progresivamente la distancia desde el eje central del MTS en la dirección distal. Las guías de LM articuladas dispuestas en la TAR (y, por tanto, en la TBPP) pueden constituir una forma cónica truncada en general. El extremo más ancho del cono está orientado en la dirección proximal.

Como se ha mencionado anteriormente, la TSR puede llegar a ser rígida o semirrígida cuando funciona conjuntamente con un exotubo o tubo exterior rígido o semirrígido. En otras palabras, la TSR puede ser flexible. Puede aplicarse rígidamente insertando la TSR en un tubo rígido o semirrígido, o sujetando un tubo rígido o semirrígido alrededor de la TSR. Por lo tanto, las guías de LM articuladas pueden disponerse en la TSR, correspondiente a la SR de la herramienta orientable.

Una guía de LM comprende un cuerpo que tiene un lado distal y un lado proximal, y un borde o superficie exterior que conecta los lados distal y proximal.

Preferentemente, para una guía de LM articulada, el cuerpo tiene sustancialmente forma de disco como se muestra, por ejemplo, en las **figuras 7, 7A y 8**. El cuerpo puede disponerse con un componente de un par de componentes de una articulación de pivote en el lado proximal del cuerpo y el otro componente del par en el lado distal del cuerpo. Tal articulación de pivote puede ser una articulación esférica. Las guías de LM articuladas adyacentes forman, por lo tanto, una articulación para pivotar una con respecto a otra. La distancia entre discos adyacentes no puede superar los 12 mm, más preferentemente los 10 mm, cuando los discos están alineados a lo largo de un eje recto, es decir, cuando el MTS está en una posición neutra. Esto es para evitar el pandeo de los LM. A modo de orientación general para instrumentos tales como los instrumentos quirúrgicos, un cuerpo en forma de disco presente en la TBPP puede tener un diámetro de 0,1 cm, 0,2 cm, 0,3 cm, 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm, 0,8 cm, 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm, 1,8 cm, 2 cm o más, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,2 cm y 1,6 cm. Habitualmente, un cuerpo en forma de disco presente en la TBPP tiene un diámetro mayor en comparación con la TBPP, por ejemplo, un 10 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 %, 150 %, 200 %, 250 %, 300 %, 350 % o 400 % más grande, o un valor en el intervalo entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente. El borde exterior del cuerpo puede tener un espesor de 0,1 cm, 0,15 cm, 0,2 cm, 0,25 cm, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,1 cm y 0,2 cm. Cuando la TAR está presente en la TBPP, la TBPP puede comprender una pluralidad de guías de LM articuladas que tienen cuerpos en forma de disco que tienen unos diámetros respectivos que disminuyen gradualmente o por etapas desde la dirección proximal a la distal. La disminución puede ser de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 cm por 1 cm de distancia longitudinal en la TAR.

Para una guía de LM fija, preferentemente una localizada en la TSR, el cuerpo puede tener una forma sustancialmente cilíndrica, siendo los extremos del cilindro los lados distal y proximal. A modo de orientación general para instrumentos tales como los instrumentos quirúrgicos, un cuerpo cilíndrico puede tener un diámetro de 0,15 cm, 0,2 cm, 0,3 cm, 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm, 0,8 cm, 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm, 1,8 cm, 2 cm o más, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,2 cm y 1,6 cm. El diámetro de la guía de LM articulada y la guía de LM fija puede ser el mismo. Cuando la TAR está presente en la TSR, los diámetros mencionados anteriormente pueden aplicarse a un cuerpo en la TSR distal de la TAR. Si la TSR se

extiende hacia el extremo proximal de la TAR, el cuerpo cilíndrico tiene habitualmente un diámetro mayor en comparación con el extremo distal de la TAR, por ejemplo, un 10 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 %, 150 %, 200 %, 250 %, 300 %, 350 % o 400 % más grande, o un valor en el intervalo entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente. El borde exterior del cuerpo puede tener un espesor de 0,1 cm, 0,15 cm, 0,2 cm, 0,25 cm, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,1 cm y 0,2 cm. El espesor del borde exterior del cuerpo puede ser, por ejemplo, de 0,5 cm, 0,6 cm, 0,8 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm o más, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 1 cm y 3 cm.

Aunque es preferible que esté presente una pluralidad de guías de LM fijas dispuestas en tándem, está dentro del alcance de la invención que una única guía de LM fija continua esté dispuesta en la TSR, correspondiente a la SR de la herramienta orientable; dicha realización se aplica en particular cuando la TAR está en la TBPP (véase la **figura 15**). Cuando la TAR está presente en la TSR, la única guía de LM fija continua se dispone en la TSR distal a la TAR (véase la **figura 13**), en particular cuando la TAR se pone en contacto con la TBPP. Cuando la TAR está presente en la TSR y la TSR se extiende hacia el extremo proximal de la TAR (véase la **figura 14**), una segunda única guía de LM fija continua se dispone en la TSR proximal a la TAR. Una única guía de LM fija continua puede tener hasta 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm o 50 cm de longitud, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente. Se aprecia que la única guía de LM fija continua no está presente en la propia TAR. Una única guía de LM fija continua puede formarse mediante procesos conocidos tales como la extrusión. Por disposición en tándem se entiende que las guías de LM fijas están dispuestas de extremo a extremo. Específicamente, el lado proximal de una guía de LM fija está en contacto con el lado distal de una guía de LM fija adyacente dentro de la disposición en tándem. Está dentro del alcance de la invención que haya una guía de LM fija.

Preferentemente, cuando la TAR está presente en la TSR, el cuerpo de la guía de LM fija en la TAR tiene sustancialmente forma de disco como se muestra, por ejemplo, en las **figuras 5, 6, 9 y 10**. Dicha TAR puede contener una pluralidad de guías de LM fijas, preferentemente más de 3, 5 o 7, más preferentemente entre 5 y 10. La distancia entre los cuerpos en forma de disco adyacentes en dicha TAR no puede superar los 12 mm, más preferentemente los 10 mm. El cuerpo puede disponerse con un componente de un par de componentes de una articulación espaciadora en el lado proximal del cuerpo y el otro componente del par en el lado distal del cuerpo. Un componente de una articulación espaciadora es habitualmente un saliente (*por ejemplo*, un saliente cilíndrico) que proporciona una distancia fija entre la guía de LM fija adyacente, y el otro componente es habitualmente una ranura correspondiente (*por ejemplo*, una ranura cilíndrica) para alinear el saliente de una guía de LM fija adyacente. La articulación espaciadora es fija, es *decir*, no rota ni se desplaza. La articulación espaciadora está preferentemente centrada en el eje central del MTS. La sección plana de la articulación espaciadora es preferentemente más pequeña que la sección plana del tubo ficticio. La articulación espaciadora puede fijarse usando un adhesivo.

A modo de orientación general para instrumentos tales como los instrumentos quirúrgicos, un cuerpo en forma de disco en la guía de LM fija de la TAR puede tener un diámetro máximo en el extremo distal de 0,1 cm, 0,2 cm, 0,3 cm, 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm, 0,8 cm, 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm, 1,8 cm, 2 cm o más, o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,2 cm y 2 cm. Un cuerpo en forma de disco presente en la guía de LM fija en el extremo proximal de la TAR tiene habitualmente un diámetro mayor en comparación con el extremo distal, por ejemplo, un 10 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 %, 150 %, 200 %, 250 %, 300 %, 350 % o 400 % más grande, o un valor en el intervalo entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente. El borde exterior del cuerpo puede tener un espesor igual a o hasta 0,1 cm, 0,15 cm, 0,2 cm, 0,25 cm, 0,3 cm, 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm o un valor entre dos cualquiera de los valores mencionados anteriormente, preferentemente entre 0,1 cm y 0,2 cm. Cuando la TAR está presente en la TSR, la TAR puede comprender una pluralidad de guías de LM fijas que tienen unos cuerpos en forma de disco que tienen unos diámetros respectivos que disminuyen gradualmente o por etapas desde la dirección proximal a la distal. La disminución puede ser de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 cm por 1 cm de distancia longitudinal en la TAR.

Preferentemente, el cuerpo de la guía de LM, o articulado o fijo, es un elemento de una sola pieza, por ejemplo, formado por moldeo, extrusión o mecanizado como una sola pieza, evitando el montaje de una pluralidad de elementos. El cuerpo de la guía de LM también se conoce como parte entera. El uso de un elemento de una sola pieza elimina la presencia de grietas o espacios de aire alrededor de las esquinas de los canales, a través de los que puede pasar y alojarse un LM.

En particular, una construcción (*por ejemplo*, moldeada por inyección) de un solo cuerpo sólido continuo que incorporara los canales que se ahúsan con el fin de cambiar su distancia radial sería problemática. Se requeriría el uso de una pluralidad de núcleos, uno para cada canal, que se colocarían en un ángulo. Retirar los núcleos al mismo tiempo que se separa linealmente el molde provocaría daños en los canales. El moldeo requeriría la retirada angular de los núcleos que es distinta de la separación lineal de los elementos de molde, es decir, un proceso de dos etapas. En la presente invención, la TAR se forma a partir de una pluralidad de guías de LM discretas en la TSR o en la TBPP, cada una de las mismas moldeada por separado.

El cuerpo de la guía de LM está provisto de un conjunto de canales. El número de canales en el conjunto puede ser de al menos dos, por ejemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 o 20 o más. Para la orientación omnidireccional, se prefiere que estén presentes en el conjunto al menos 4, más preferentemente al

menos 6 u 8 canales. El número de canales en el conjunto de canales puede ser igual al número de LM en el conjunto de LM. Un canal comprende un espacio vacío en el cuerpo de la guía de LM. Un canal pasa desde el lado distal al lado proximal del cuerpo de guía de LM. Un canal conecta el lado distal al lado proximal del cuerpo de guía de LM. Un canal tiene preferentemente un eje central desde el lado distal al lado proximal del cuerpo que es paralelo al eje central (A-A') de la guía de LM. Todos y cada uno de los canales del conjunto pueden estar separados; en otras palabras, los canales pueden no estar interconectados. Un canal puede alojar uno, dos o más LM, preferentemente solo un LM. Un canal está configurado para restringir el LM, en particular para evitar el movimiento radial con respecto al eje central del cuerpo. Puede configurarse un canal para restringir el LM, para evitar una rotación axial, *es decir*, alrededor del eje longitudinal de LM (L-L'). Un canal está dimensionado para facilitar el movimiento deslizante longitudinal del LM a través del mismo. Un canal puede estar cerrado o abierto. Un canal puede formarse a partir de un solo elemento. Un canal proporciona un punto de contacto discreto para el LM. Los canales están dispuestos alrededor y entran en contacto con el tubo ficticio como se ha descrito en otra parte. Los canales del conjunto están espacialmente separados unos de otros. Un canal puede contener un perfil transversal que complementa el perfil del LM a alojar. Un perfil transversal es perpendicular al eje central del canal. Por ejemplo, cuando el LM tiene un perfil rectangular, el canal puede contener un perfil rectangular. Se aprecia que el perfil de canal no necesita reflejar con precisión el perfil del LM, por ejemplo, un perfil de LM de pista puede restringirse por un canal rectangular.

Un canal tiene una anchura, una altura y un espesor (véanse las **figuras 11A y 11B**). El espesor es igual al espesor del cuerpo. La altura del canal es la distancia más pequeña desde una pared de base del canal hasta una pared superior del canal medida en línea recta en una sección plana del canal perpendicular al eje central. La anchura del canal es la distancia más pequeña entre las paredes laterales de canal opuestas medida en línea recta en una sección plana del canal perpendicular al eje central. La pared de base, la pared superior y las paredes laterales son preferentemente planas.

Para las guías de LM presentes en la TAR, el conjunto de canales presentes en cada guía de LM pueden estar adaptados para guiar la LM a lo largo de una inclinación. Cuando el espesor del canal es demasiado grande, o la altura del canal es demasiado pequeña, el LM se restringe en su paso (véase la **figura 16**). Una adaptación es reducir el espesor del canal (véase la **figura 17**); cada canal puede tener un eje central desde el lado distal al lado proximal del cuerpo que es paralelo al eje central (A-A') de la guía de LM. Otra adaptación es cambiar la geometría del canal, por ejemplo, introducir una inclinación; cada canal en la TAR puede tener un eje central desde el lado distal al lado proximal del cuerpo que está inclinado con respecto al eje central (A-A') de la guía de LM. Esto podría lograrse usando, por ejemplo, un canal en forma de cuña (véase la **figura 18**) que tiene una altura reducida en un lado (*por ejemplo*, en el lado distal) de la guía de LM que aumenta en la dirección proximal hacia un canal más alto que se abre en el otro lado (*por ejemplo*, en el lado proximal) de la guía de LM (que es compatible con un proceso de moldeo). Como alternativa, la altura del canal puede aumentarse igualmente a través del espesor de la guía de LM que admitiría una inclinación del LM insertado (véase la **figura 19**). Como alternativa, el canal puede tener una forma cóncava, que admitiría una inclinación del LM insertado (véase la **figura 20**). Los expertos en la materia entenderán cómo determinar la forma del canal a partir del espesor del canal, y la inclinación del LM que debe admitirse.

El conjunto de guías de LM están dispuestas en tándem, *por ejemplo*, el lado distal de una guía de LM se enfrenta al lado proximal de una guía de LM adyacente. Un ejemplo de guías de LM articuladas dispuestas en tándem se muestra en las **figuras 2, 3, 5 y 6**. Las guías de LM articuladas en el conjunto de guías de LM se articulan entre sí (por parejas). Preferentemente, las guías de LM articuladas están en contacto entre sí (por parejas). Preferentemente, una guía de LM articulada entra en contacto con una guía de LM adyacente usando una articulación de pivote, tal como una articulación esférica. La articulación de pivote permite el pivotamiento de una guía de LM articulada con respecto a una guía de LM articulada adyacente. La articulación de pivote puede permitir dos grados de libertad de movimiento con respecto a una guía de LM articulada adyacente, *es decir*, balanceo y cabeceo. La articulación de pivote puede o no permitir también la rotación relativa de las guías de LM articuladas adyacentes (*es decir*, guiñada o rotación axial entre guías de LM articuladas adyacentes). La prevención de la guiñada puede lograrse, por ejemplo, usando un limitador de rotación que podría ser un saliente fijo en el cuerpo de una guía de LM articulada que se recibe por un rebaje fijado en el cuerpo de una guía de LM articulada adyacente (como se muestra, por ejemplo, en la **figura 8**); el acoplamiento evita la rotación axial de una guía de LM con respecto a la guía de LM adyacente.

La una o más guías de LM fijas del conjunto de guías de LM están en una relación fija entre sí (por parejas). Preferentemente están en una relación de rotación fija. Preferentemente están en una relación de distancia fija. Preferentemente, la una o más guías de LM fijas están en contacto entre sí (por parejas).

Las guías de LM del conjunto están dispuestas en tándem, de tal manera que los canales dispuestos circularmente están alineados, y cada uno puede recibir un LM (u opcionalmente dos o más).

Preferentemente, la guía de LM articulada tiene sustancialmente forma de disco, está provista de 10-20 canales, configurados cada uno para alojar un solo LM, cada canal contiene un perfil transversal rectangular, el lado largo del rectángulo está orientado hacia un eje central de la guía de LM, los canales están dispuestos alrededor de un tubo

ficticio. La anchura del canal es preferentemente de 0,55 a 0,65 mm. Preferentemente, la guía de LM articulada tiene un diámetro exterior de 0,9 a 1,1 cm, y un espesor de cuerpo de 0,9 a 1,1 mm. Preferentemente, el tubo ficticio en la TBDP tiene un diámetro exterior de 0,75 a 85 cm.

5 Preferentemente, la guía de LM fija tiene una forma sustancialmente cilíndrica, está provista de 10-20 canales, cada uno configurado para alojar un solo LM, cada canal contiene un perfil transversal rectangular, el lado largo del rectángulo está orientado hacia un eje central de la guía de LM, los canales están dispuestos alrededor de un tubo ficticio. Preferentemente, la anchura del canal es de 0,55 a 0,65 mm. Preferentemente, la guía fija de LM tiene un diámetro exterior de 0,9 a 1,1 cm, y un espesor de cuerpo de 1,5 a 2,5 cm. Preferentemente, el tubo ficticio en la  
10 TSR tiene un diámetro exterior de 0,75 a 85 cm.

Cada canal está configurado para restringir el LM para reducir o evitar la rotación axial, y para mantener su posición radial con respecto a un eje de guía de LM central (A-A').

15 La herramienta orientable o MTS puede estar provista de un efector de extremo, y configurada de tal manera que el efector de extremo se fija de manera rotatoria en relación con la LMBDP, y el efector de extremo puede rotar cuando la LMBDP está en posición flexionada, mediante una rotación complementaria de la LMBPP. Por lo tanto, la herramienta orientable puede configurarse de tal manera que el efector de extremo se fije de manera rotatoria en relación con la BDP y el efector de extremo puede hacerse rotar cuando la BDP está en una posición flexionada,  
20 mediante una rotación complementaria de la BPP. El efector de extremo fijado de manera rotatoria puede realizarse mediante una unión permanente a la punta de la LMBDP o la BDP, por ejemplo, mediante soldadura o adhesivo. Como alternativa, el efector de extremo fijado de manera rotatoria puede realizarse mediante una unión giratoria bloqueable con la punta de la LMBDP o la BDP, en la que el efector de extremo se fija de manera rotatoria cuando el efector de extremo se bloquea en su posición.

25 A continuación, se hace referencia en la descripción a los dibujos que ejemplifican realizaciones específicas de la invención; no pretenden en absoluto ser limitantes. Se entenderá que los expertos en la materia pueden adaptar el dispositivo y sustituir componentes y características de acuerdo con las prácticas comunes de los expertos en la materia.

30 La **figura 1** es una representación esquemática de un MTS **100** de la invención que tiene un extremo proximal **20** y un extremo distal **40**, y un eje longitudinal central A-A'. El MTS **100** contiene una parte distal flexible de transmisión (TBDP) **130**, una región de árbol de transmisión (TSR) **132** y una parte proximal flexible de transmisión **134** (TBPP) dispuesta en tándem desde el extremo distal **40** al extremo proximal **20**. Se proporciona una región de amplificador de transmisión (TAR) **135** en la TSR **132**. Los miembros longitudinales, LM **110**, están dispuestos alrededor de un tubo ficticio **180** que tiene un eje longitudinal central (A-A') que es el mismo que el eje longitudinal central del MTS **100**. Los LM **110** se mantienen en una posición radial y circunferencial esencialmente constante en relación con el tubo ficticio **180**. Los LM **110** pueden deslizarse en relación con el tubo ficticio **180**. En la TAR **135**, al menos una sección plana **182** es de un tamaño mayor que una sección plana **183** de la TBDP **130**. La TAR **135** tiene aspecto de  
40 cono truncado, apuntando la base del cono en la dirección proximal **20**.

La **figura 2** representa una vista en planta de un MTS **100** que tiene un extremo proximal **20** y un extremo distal **40**, y una parte distal flexible de transmisión **130**, una región de árbol de transmisión (TSR) **132** y una parte proximal flexible de transmisión (TBPP) **134** dispuesta en tándem desde el extremo distal **40** al extremo proximal **20**. Se proporciona una región de amplificador de transmisión (TAR) **135** en la TSR **132**. Se indica un conjunto de guías de LM **300**. La región de árbol de transmisión (TSR) **132** está dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas **350**, **350'**, **350''**. La región de amplificador de transmisión (TAR) **135** está dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas **350a**. La TBDP **130** está dispuesta con una pluralidad de guías de LM articuladas **305**, **305'**, **305''**. La TBPP **130** está dispuesta con una pluralidad de guías de LM articuladas **305a**, **305a'**, **305a''**. Las guías de LM mantienen los LM **110** en una posición radial y circunferencial esencialmente constante con respecto al tubo ficticio. Los LM **110** pueden deslizarse en relación con las guías de LM **300**.

La **figura 3** representa el MTS **100** de la **figura 2**, en el que la TBPP **134** se ha accionado por flexión y el movimiento se ha transmitido a la TBDP **130** a lo largo de la TSR **132** por el MTS, flexionándose la TBDP **130** en respuesta.

La **figura 4** es una vista isométrica de una herramienta orientable **500** que incorpora la región de amplificador de la invención. La herramienta orientable **500** tiene un extremo proximal **20** y un extremo distal **40**. El extremo distal **40** está provisto de un efector de extremo **540** que es una pinza, mientras que el extremo proximal **20** está provisto de un mango **550** para orientar el tubo y controlar la pinza. También se indican la parte distal flexible (BDP) **530**, la región de árbol (SR) **532**, la parte proximal flexible (BPP) **534** y la región de amplificador (AR) **535** en la SR **532**.

La **figura 5** es una vista en planta del extremo proximal **20** de un MTS **100**. La región de árbol de transmisión (TSR) **132** está dispuesta con una única guía de LM fija **350** en la TSR **132**. La región de amplificador de transmisión (TAR) **135** en la TSR **132** está dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas **350a**, **350a'**, **350a''**. Estas están espacialmente fijas con respecto a la guía de LM fija de la TSR y también una con respecto a otra. La TBPP **134**

está dispuesta con una pluralidad de guías de LM articuladas **305a**, **305a'**, **305a''**. El extremo proximal **20** de la TBPP **134** está provisto de un mango **600**.

La **figura 6** es una vista isométrica del MTS **100** de la **figura 5**.

La **figura 7** es una vista en planta de una guía de LM **300** provista de un conjunto de canales **310**, **310'** en el cuerpo **302** dispuesto alrededor de un tubo ficticio **180**. Cada canal **310** está en una posición fija con respecto a un eje central **360** del tubo ficticio **180** o la guía de LM **300**. Como tal, el canal **310** retiene un LM **110** en una posición radial constante con respecto al eje central y una posición circunferencial constante en el tubo ficticio **180**, y puede deslizarse en relación con el mismo. La posición radial constante de un canal **310** está marcada por una distancia  $r$  entre el eje central **360** y el canal **310**, distancia  $r$  que es constante dentro de la guía de LM **300**. La posición circunferencial constante está marcada por un ángulo  $\alpha$  entre una línea radial arbitraria **364** y una línea radial en el canal **310**, cuyo ángulo  $\alpha$  es constante dentro de la guía de LM **300**; las líneas radiales están centradas en el eje central **360**.

La **figura 7A** es una vista detallada de un canal en el que está dispuesto un LM **110**.

La **figura 8** es una vista lateral de una guía de LM **300** que es una guía de LM articulada **305** que tiene un cuerpo en forma de disco **302**, y un lado distal **344** y un lado proximal **342**. Se indica un eje central (A-A'). La guía de LM articulada **300** tiene un cuerpo **302** que comprende, en el lado distal **344**, un componente del par de componentes que forman una articulación de pivote que es un saliente de domo **330**, similar a la bola de una articulación esférica. Además, comprende, en el lado proximal **342**, el otro componente del par de componentes que forman una articulación de pivote que es un rebaje correspondiente **340**, similar al casquillo de una articulación esférica. Se indican además un par de limitadores de rotación (**332**, **332'**) conectados de manera fija al saliente de domo **330**, que son salientes radiales desde dicho saliente de domo **330**. Estos se acoplan con un par de ranuras correspondientes **334**, **334'** conectadas de manera fija al rebaje receptor **340** de una guía de LM articulada adyacente (no mostrada), para evitar la rotación axial recíproca de las guías de LM articuladas adyacentes.

La **figura 9** es una vista lateral de una TAR **135** presente en una TSR de un MTS **100**. Se indica que dos guías de LM **300-d**, **300-p** en el extremo distal (d) **40** y el extremo proximal (p) **20**, respectivamente, de la TAR **135** restringen un LM **110**. Se muestra un eje central (A'-A). Las guías de LM **300-p**, **300-d** acercan la posición del LM **110** al eje central en la dirección distal **40**. Un componente de una articulación espaciadora que es un saliente **336-d**, **366-p** y el otro componente que es una ranura correspondiente **338-d**, **338-p** se muestran en cada guía de LM **300-d**, **300-p**.

La **figura 10** es una vista isométrica de una TAR de la **figura 9**, con los canales **310-d**, **310-p** de la guía de LM distal **300-d**, y la guía de LM proximal **300-p**, respectivamente, de la TAR **135**. La distancia radial de los canales **310-p** de la guía de LM proximal **300-p** es claramente mayor que la distancia radial de los canales **310-d** de la guía de LM distal **300-d**. Un componente de una articulación espaciadora que es un saliente **336-d**, **366-p** se muestra en cada guía de LM **300-d**, **300-p**.

La **figura 11A** es una vista en planta de una parte de una guía de LM **300** de la invención que muestra un canal **310** en detalle junto con unas indicaciones dimensionales que son la anchura de canal **320** y la altura de canal **322**. También se muestra el borde exterior **316** de la guía de LM **300**.

La **figura 11B** es una vista lateral de una parte de una guía de LM **300** de la invención que muestra un canal **310** en detalle junto con unas indicaciones dimensionales que son la anchura de canal **320** y el espesor de cuerpo de LM **328** que es igual al espesor de canal. También se muestra el borde exterior **316** de la guía de LM **300**.

La **figura 12A** es una vista en planta de un LM **110**, junto con unas indicaciones dimensionales que son la longitud de LM **122** y la anchura de LM **124**. También se indica un eje longitudinal (L-L') del LM.

La **figura 12B** es una sección plana de un LM en el punto B en la **figura 12A** junto con unas indicaciones dimensionales que son el espesor de LM **126** y la anchura de LM **124**.

La **figura 13** muestra un posible posicionamiento de la TAR **135** dentro de la TSR **132** y en contacto con la TBPP **134**.

La **figura 14** muestra un posible posicionamiento de la TAR **135** que está dentro de la TSR **132**.

La **figura 15** muestra un posible posicionamiento de la TAR **135** que está dentro de la TBPP **134**; también se muestra un mango **600**.

La **figura 16** muestra una TAR **135**, dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente **350a** que desplazan en combinación la posición radial del LM **110** en función de la distancia axial. Los canales **310** en cada guía de LM **350a** no admiten la inclinación del LM **310**, y requieren modificación.

La **figura 17** muestra una TAR **135**, dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente **350a** que desplazan en combinación la posición radial del LM **110** en función de la distancia axial. Los canales **310** en cada guía de LM **350a** son suficientemente estrechos para admitir la inclinación del LM **310**.

5 La **figura 18** muestra una TAR **135**, dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente **350a** que desplazan en combinación la posición radial del LM **110** en función de la distancia axial. Los canales **310** en cada guía de LM **350a** tienen forma de cuña para admitir la inclinación del LM **310**.

10 La **figura 19** muestra una TAR **135**, dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente **350a** que desplazan en combinación la posición radial del LM **110** en función de la distancia axial. Los canales **310** en cada guía de LM **350a** tienen una altura de canal aumentada para admitir la inclinación del LM **310**.

15 La **figura 20** muestra una TAR **135**, dispuesta con una pluralidad de guías de LM fijas alineadas de manera adyacente **350a** que desplazan en combinación la posición radial del LM **110** en función de la distancia axial. Los canales **310** en cada guía de LM **350a** tienen una forma de "lente cóncava" para admitir la inclinación del LM **310**.

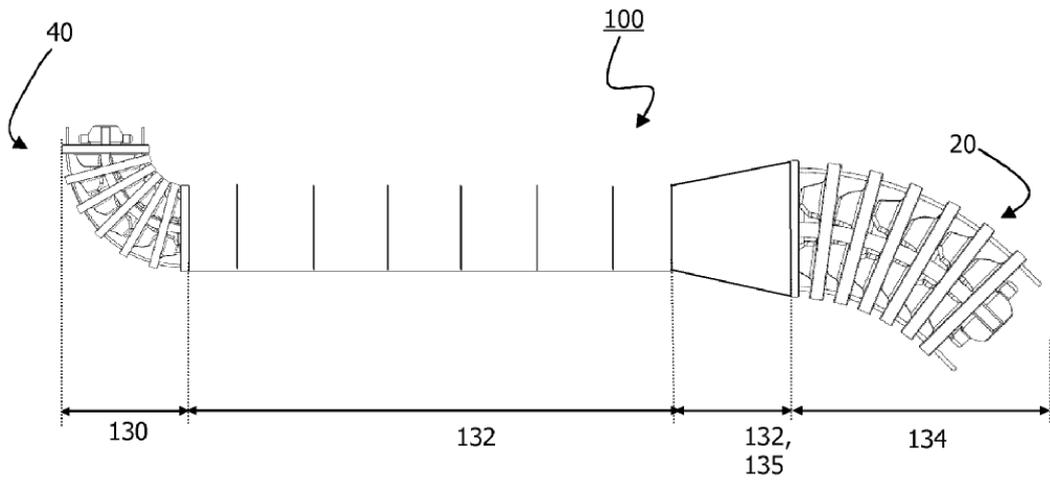
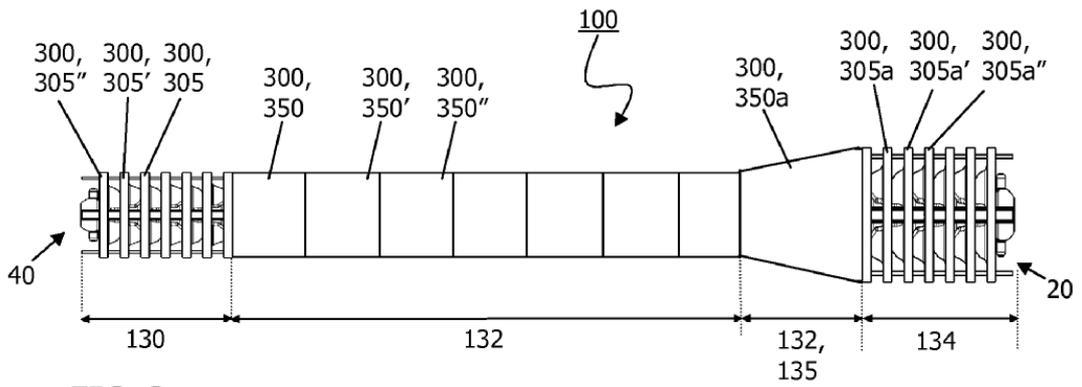
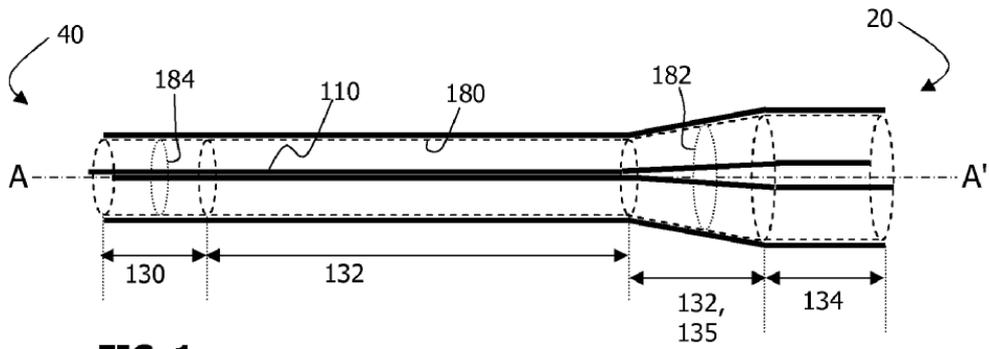
## REIVINDICACIONES

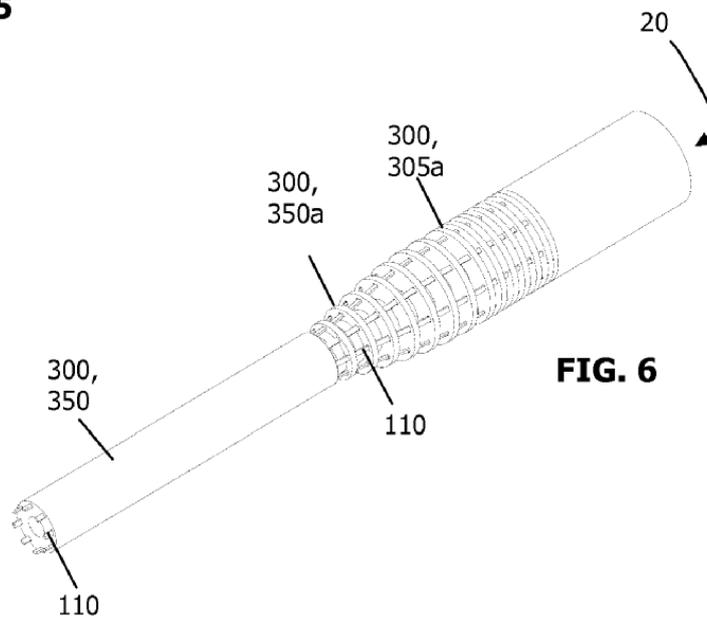
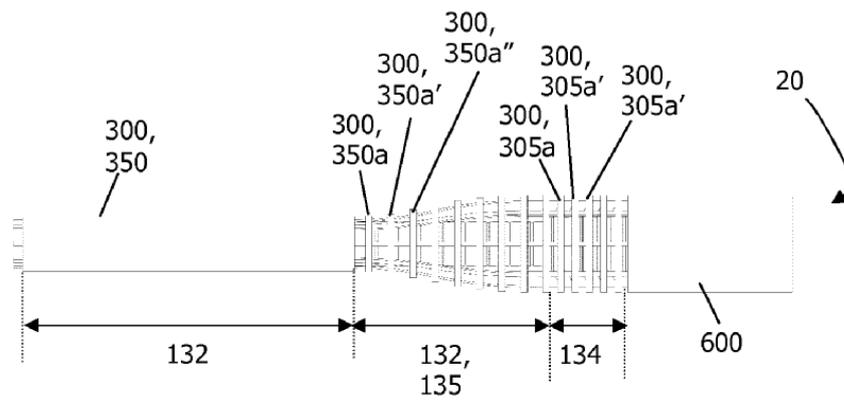
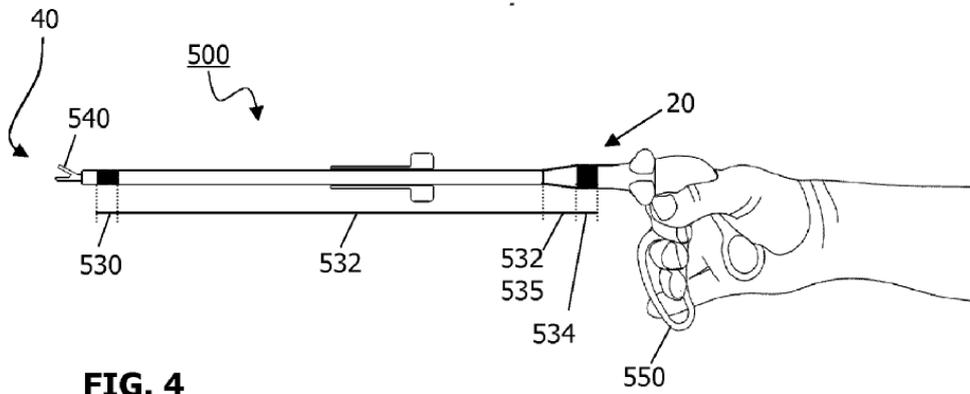
1. Un sistema de transmisión mecánica MTS (100) que tiene un extremo proximal (20) y un extremo distal (40), para un tubo orientable longitudinal (500), MTS (100) que:
- 5
- comprende un conjunto de miembros longitudinales LM (110), dispuestos en una dirección longitudinal alrededor de un tubo ficticio (180) mantenidos en una posición circunferencial y radial esencialmente constante con respecto al tubo ficticio (180) y que pueden deslizarse en relación al tubo ficticio (180), y
  - tiene una parte proximal flexible de transmisión TBPP (134), una parte distal flexible de transmisión TBDP (130) y una región de árbol de transmisión TSR (132), entre la TBDP (130) y la TBPP (134), en donde se transmiten los movimientos de la TBPP (134) a la TBDP (130) a lo largo de la TSR (132) por los LM (110), en donde el MTS (100) comprende una subregión que es una región de amplificador de transmisión TAR (135), en la que el tubo ficticio (180) contiene al menos una sección plana (182) más grande que la (184) de la TBDP (130),
- 10
- 15 en donde el MTS (100) está provisto además de un conjunto de guías de LM (300, 305, 350, 350a) configuradas para mantener los LM (110) en la posición circunferencial y radial esencialmente constante y deslizantes con respecto al tubo ficticio (180), en el que la TAR (135) está dispuesta con al menos dos de dichas guías de LM (300, 305, 350, 350a), en el que la TBDP (130) está configurada para moverse en al menos dos planos de intersección diferentes en respuesta a los movimientos de la TBPP (134), y en donde el MTS (100) está provisto además de un efector de extremo (540) en el extremo distal de la TBDP (130), en el que el MTS (100) está configurado de tal manera que el efector de extremo (540) se fija de manera rotatoria en relación con la TBDP (130), y el efector de extremo puede hacerse rotar cuando la TBDP (130) está en una posición flexionada, mediante una rotación complementaria de la TBPP (134),
- 20
- 25 en el que cada guía de LM (300, 305, 350, 350a) del conjunto comprende un cuerpo provisto de un conjunto de canales discretos (310) que alojan, cada uno de los mismos, uno o dos LM (110), canales que están dispuestos alrededor del tubo ficticio (180), y en el que cada canal (310) del conjunto de canales está formado por un único elemento.
- 30
2. El MTS de acuerdo con la reivindicación 1, en el que secciones planas consecutivas del tubo ficticio (180) en la TAR (135) aumentan gradualmente de tamaño en la dirección del extremo distal (40) al extremo proximal (20).
3. El MTS (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la TAR (135) está localizada dentro de la TSR o al menos parcialmente dentro de la TBPP.
- 35
4. El MTS (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos dos guías de LM en el conjunto son guías de LM articuladas (305, 305a) dispuestas en tándem en la TBDP (130) y en la TBPP (134), cada una articulada con respecto a una guía de LM articulada adyacente (305, 305a), soportando de este modo la flexión de los LM (110) en la TBPP (130) y en la TBDP (134).
- 40
5. El MTS (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos dos guías de LM (300, 305, 350, 350a) en el conjunto dispuesto en la TAR (135) son guías de LM articuladas (305, 305a) dispuestas en tándem en la TAR (135), cada una articulada con respecto a una guía de LM articulada adyacente, soportando de este modo la flexión de los LM (110) en la TAR.
- 45
6. El MTS (100) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que las guías de LM articuladas (305, 305a) están en contacto mutuo por parejas a través de una articulación giratoria.
7. El MTS (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que los canales (310) de las guías de LM articuladas consecutivas (350a) aumentan gradualmente en distancia desde un eje central (A-A') del MTS (100) en la dirección proximal cuando la TAR (135) está en la TBPP (132).
- 50
8. El MTS (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos dos de las guías de LM en el conjunto son guías de LM fijas (350) dispuestas en tándem en la TSR (132) y fijadas de manera rotatoria la una respecto a la otra.
- 55
9. El MTS (100) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los canales (310) de las guías de LM fijas consecutivas (350a) aumentan gradualmente en distancia desde un eje central (A-A') del MTS (100) en la dirección proximal cuando la TAR (135) está en la TSR (132).
- 60
10. El MTS (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para mover la TBPP (134) y la TBDP (130) de manera omnidireccional.
- 65
11. El MTS (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tubo ficticio (180) en la TAR (135) contiene una forma de cono truncado, cuyo extremo más grande está en el extremo proximal (20).

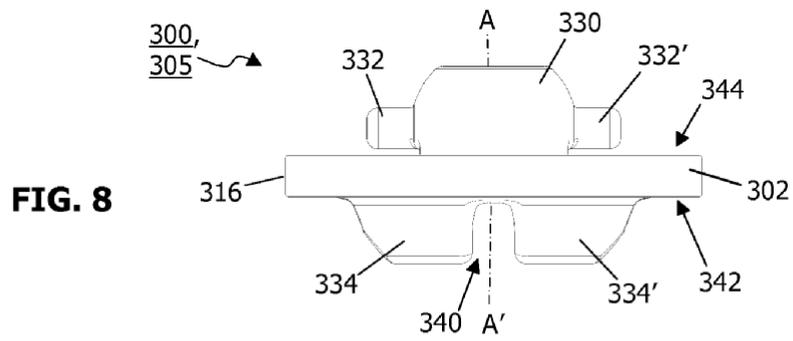
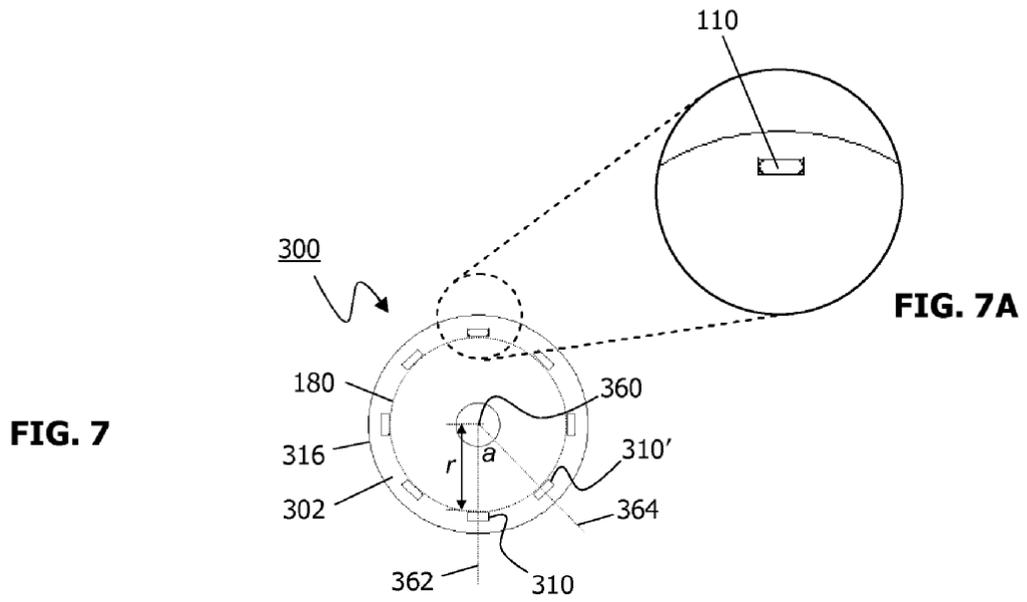
12. Un tubo orientable (**500**) que comprende un MTS (**100**) como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

5 13. El tubo orientable (**500**) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el extremo distal (**40**) está provisto de un efector de extremo (**540**) que es una pinza, y el extremo proximal (**20**) está provisto de un mango (**550**) para orientar la parte distal flexible de transmisión (**130**) y para controlar la pinza.

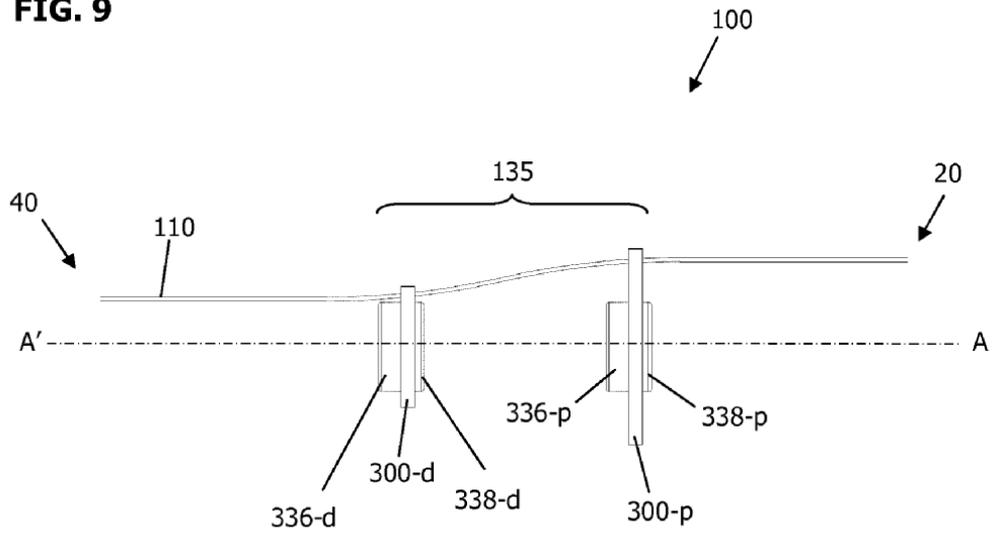
14. Un robot quirúrgico que comprende el MTS (**100**) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.



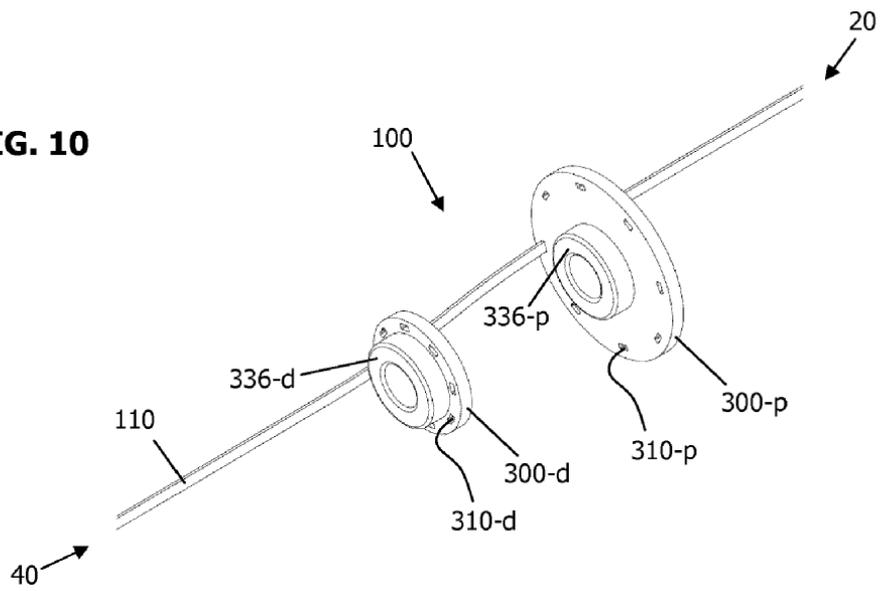


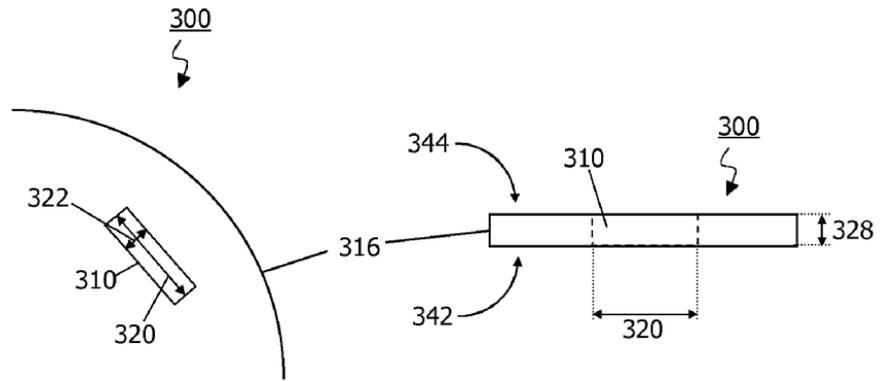


**FIG. 9**



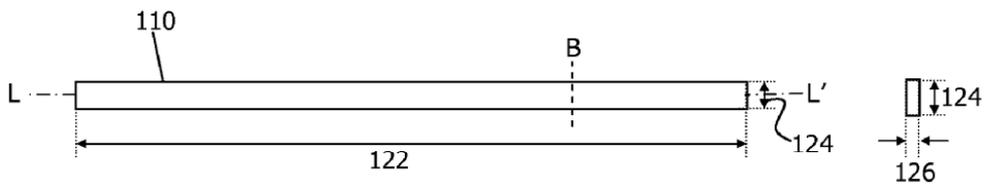
**FIG. 10**





**FIG. 11A**

**FIG. 11B**



**FIG. 12A**

**FIG. 12B**

