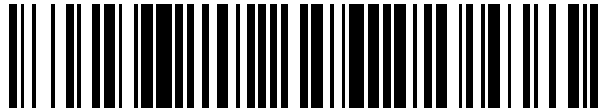


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 215**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/48** (2006.01)  
**F15B 15/28** (2006.01)  
**G01S 13/88** (2006.01)  
**G01S 7/02** (2006.01)  
**G01S 13/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2009 PCT/EP2009/008103**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2010 WO10066329**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2009 E 09771697 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2350572**

54 Título: **Dispositivo de medición de la distancia y procedimiento para calcular una distancia en una estructura de línea**

30 Prioridad:

**14.11.2008 DE 102008057298**  
**09.12.2008 DE 102008061227**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.08.2017**

73 Titular/es:

**ASTYX GMBH (100.0%)**  
**Lise-Meitner-Strasse 2a**  
**85521 Ottobrunn, DE**

72 Inventor/es:

**TRUMMER, GUENTHER y**  
**GEHRING, RALF**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 630 215 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medición de la distancia y procedimiento para calcular una distancia en una estructura de línea

La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de la distancia así como a un procedimiento para el cálculo de una distancia.

5 Entre otras cosas, se emplean dispositivos convencionales de medición de la distancia, por ejemplo, para la detección de la posición del pistón de accionamientos lineales con cilindros neumáticos o hidráulicos. La detección de la posición del pistón en cilindros se puede realizar tanto discretamente, es decir, en lugares discretos, como también continuamente, es decir, constantemente durante el funcionamiento.

10 La determinación discreta de la posición del pistón se necesita, en general, para reconocer la realización o bien la terminación de un movimiento del pistón en un control del ciclo (por ejemplo, SPS), para poder iniciar de esta manera, por ejemplo, la etapa siguiente del ciclo.

15 A tal fin, se utilizan predominantemente sensores o bien instalaciones de sensores sensibles a campo magnético, que detectan el campo magnético de un imán permanente, que se encuentra en el pistón del cilindro. Este tipo de sensores están realizados predominantemente como sensores sensibles campo magnético y se conocen como conmutadores-Reed, conmutadores magneto resistivos (MR), magneto resistivos gigantes (GMR), conmutadores-Hall o conmutadores de proximidad magneto inductivos. Los sensores empleados en este caso se montan en el exterior en el tubo cilíndrico del cilindro de pistón. Si se mueve el pistón a la zona de detección de tal sensor, entonces éste reconoce la presencia del pistón del cilindro, a través del tubo cilíndrico.

20 En cambio, si debe detectarse otra posición, entonces el sensor debe ajustarse mecánicamente de forma correspondiente. Para cada posición a detectar adicionalmente debe montarse, por lo tanto, otro sensor y, en concreto, con los costes de material, de montaje, de ajuste y de instalación adicionales correspondientes. Esto se realiza, en general en el lugar por el cliente. Con frecuencia en este caso el cilindro está montado ya en una máquina de difícil acceso y el ajuste de las distancias de conmutación no es posible ya a través del desplazamiento mecánico de los conmutadores magnéticos montados externamente.

25 Además, se necesita adicionalmente espacio de montaje para estos sensores montados en el exterior. Para que se pueda garantizar la accesibilidad y la robustez del sensor, es necesario con frecuencia un gasto constructivo más elevado. El montaje externo de los sensores no es satisfactorio, puesto que éstos son destruidos a través de actuación extraña desde el exterior. La fijación de los sensores montados en el cilindro podría romperse y los sensores caer al suelo. La consecuencia sería un mensaje erróneo y una parada de la cinta de fabricación. El 50 % de todos los fallos en accionamientos neumáticos suceden de la manera indicada anteriormente.

30 Para la medición continua de la posición del pistón se utilizan habitualmente sistemas de medición, que trabajan con potenciómetro, de forma magneto resistiva o según el principio LVDT (Linear Variable Differential Transformer). La posición del pistón se emite en estos sistemas de manera continua y predominante como señal analógica de tensión. Los sensores según el principio LVDT necesitan durante la conexión siempre una marcha de referencia. Como complemento a estos sistemas se conocen también mediciones incrementales del recorrido. Estos sistemas se realizan, por ejemplo, a través de codificación magnética del vástago de pistón y de esta manera se pueden utilizar sólo para la medición relativa del recorrido. Además, durante la extensión del vástago de pistón se atraen las virutas de material presentes, que destruyen entonces la junta de estanqueidad durante la entrada del vástago de pistón. Los sistemas de medición del recorrido magneto estrictivos y potenciométricos se montan externamente o en el vástago de pistón a perforar hueco. El vástago de pistón hueco debilita el accionamiento y el montaje externo provoca una distancia logística considerable.

35 Ni la determinación continua como tan poco discreta de la posición del pistón se pueden integrar o sólo con gasto constructivo considerable y con los altos costes implicados con ello se pueden integrar en un cilindro. El gasto de construcción considerable se debe a que todos los principios de sensores habituales descritos deben adaptarse a la longitud correspondiente del cilindro, puesto que poseen una zona de detección demasiado corta.

40 La publicación de patente PCT/EP03/00894 describe la integración de un sensor de microondas en el espacio del cilindro accionado neumática/hidráulicamente. Los inconvenientes de esta solución consisten en que el sensor está dispuesto en el centro y este espacio se necesita con frecuencia para una amortiguación neumática de las posiciones extremas. Otros inconvenientes son que

- 50
- el pistón debe estar configurado de tal forma que representa un objeto de alta frecuencia lo más ideal posible,
  - la exactitud de medición del sensor depende esencialmente de la adaptación de la sonda de acoplamiento,
  - el principio de medición solamente funciona en la mitad del cilindro sin vástago de pistón,

- son necesarios sistemas de retención dieléctricos para la fijación de la antena.

Con el tipo de construcción del sensor descrito a continuación es posible una integración amplia de un sensor de recorrido en un accionamiento lineal, sin que deban tolerarse los inconvenientes descritos anteriormente de una integración directa.

- 5 Por lo tanto, el cometido de la presente invención es crear un dispositivo de medición de la distancia y un procedimiento para la determinación de la distancia, que eliminan los inconvenientes indicados anteriormente y permiten de esta manera una determinación discreta de la distancia, una manipulación sencilla y múltiples posibilidades de aplicación.

- 10 Este cometido se soluciona en cuanto al dispositivo con las características de la reivindicación 1 y en cuanto al procedimiento con las características de la reivindicación 12.

El dispositivo de medición de la distancia según la invención para la determinación de la posición del pistón en cilindro posee las siguientes propiedades:

- medición continua de la distancia absoluta con una exactitud especialmente alta;
- integración completa de la instalación de emisión y de recepción y de la electrónica de evaluación en la tapa del cilindro, es decir, que no existes piezas a montar en el exterior. Por lo demás, no es necesaria ninguna modificación mecánica de las partes neumáticas relevantes del cilindro, por ejemplo del pistón, de la amortiguación de las posiciones extremas, del vástago de pistón o de la alimentación de aire;
- el dispositivo de medición de la distancia se puede emplear manteniendo las medidas normalizadas existente;
- las distancias de conmutación deben ser ajustables en el exterior a través de una interfaz electrónica (capacidad de aprendizaje);
- sensor utilizable universalmente (instalación de emisión y de recepción), independiente de la longitud del cilindro (capacidad longitudinal-X);
- los resultados de la medición se pueden ajustar independientemente de la presión, aceite o humedad en el cilindro;
- un sensor (instalación de emisión y de recepción) para todos los diámetros habituales del cilindro.

- 30 De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de medición de la distancia y un procedimiento para la determinación de una distancia, en el que la instalación de sensor presenta una instalación de emisión y de recepción de alta frecuencia, una transición de conductor coaxial a un conductor hueco, que puede estar configurado como cilindro, un objetivo de reflexión y una unidad de evaluación. La instalación de emisión / recepción sirve para medir a través de radiación y recepción de ondas una distancia determinada en una estructura de línea hueca.

- 35 Según la invención, se presenta, además, un dispositivo de medición de la distancia para la determinación de una distancia entre un cuerpo de reflexión en una estructura de línea y un punto de acoplamiento, previsto en una sección extrema de la estructura de línea, para ondas electromagnéticas, con una instalación de emisión y de recepción con una unión de línea prevista en el punto de acoplamiento para el acoplamiento inductivo coaxial de la estructura de línea y desacoplar la onda electromagnética reflejada en el cuerpo de reflexión desde la estructura de línea, y con una instalación de evaluación para la determinación de la distancia entre el punto de acoplamiento y el cuerpo de reflexión a partir de la diferencia de fases entre la onda electromagnética acoplada y la onda electromagnética desacoplada.

- 45 De acuerdo con la invención, se crea un procedimiento, con el que se mide la longitud de la estructura de línea hasta el objetivo de reflexión. La señal de emisión acondicionada de acuerdo con el procedimiento según la solicitud se conduce a una estructura de línea, se refleja en el objetivo de reflexión y se recibe de nuevo a través del sistema de alimentación. De esta manera se realiza la medición de la distancia entre el punto de desacoplamiento definido por la unión inductiva del conductor hueco u el objetivo de reflexión. La distancia a medir se realiza en este caso a través de la medición de la diferencia de fases entre señal de emisión y señal de recepción a diferentes frecuencias y polarizaciones de la onda electromagnética.

- 50 Según la invención, se presenta un procedimiento para determinar una distancia entre un cuerpo reflexivo en una estructura de línea y un punto de acoplamiento para ondas electromagnéticas, previsto en una sección extrema de la estructura de línea, que comprende las siguientes etapas del procedimiento:

- acoplamiento de una onda electromagnética en la estructura de línea por medio de una unión de línea en el punto de acoplamiento,
  - desacoplamiento de la onda electromagnética, reflejada en el cuerpo de reflexión, desde la estructura de línea a través de la unión de línea, y
- 5
- determinación de la distancia entre el punto de acoplamiento y el cuerpo reflexivo a partir de la diferencia de fases entre la onda electromagnética acoplada y la onda electromagnética desacoplada.

La invención presente especialmente las siguientes ventajas:

- 10
- todos los componentes del sistema sensor están configurados tan pequeños que casi no son necesarias medidas de transformación o bien medidas reducidas para la integración en el cilindro;
  - la instalación de sensor se puede alojar totalmente en la tapa extrema de un cilindro neumático;
  - toda la estructura del dispositivo de distancia según la solicitud presenta de esta manera un diseño liso, limpio, en virtud de la supresión de una posibilidad de montaje para instalaciones de sensores externos y
- 15
- no influye sobre la apariencia exterior.

Las reivindicaciones dependientes representan desarrollos convenientes del dispositivo de acuerdo con la invención y del procedimiento de acuerdo con la invención. Según la invención, la estructura de línea está configurada como cilindro hueco. En desarrollo conveniente, el cilindro hueco está configurado como cilindro neumático o hidráulico.

20

De manera más conveniente, en el cilindro hueco está previsto un pistón, que funciona como cuerpo de reflexión.

Según un desarrollo ventajoso, el acoplamiento de la onda electromagnética en la estructura de línea se realiza en la gama de frecuencias entre 1 MHz y 100 GHz en forma de una onda electromagnética monomodal. De manera más conveniente, el acoplamiento de la onda electromagnética en la estructura de línea se realiza en el modo-H11 o modo-E01 o en el caso de estructura de conductores coaxiales, especialmente en vástagos de pistón configurados continuos en el cilindro, en el modo-TEM.

25

Para generar una onda electromagnética, polarizada lineal, en el modo-E01, se acopla en fase de manera conveniente una onda coaxial en la estructura de línea a través de un transformador de modos inductivo, conductor de electricidad de la unión de línea o a través de dos o cuatro transformadores de modos inductivos, conductores de electricidad, de la unión de línea.

30

Para acoplar una onda electromagnética, polarizada lineal horizontal o vertical, en la estructura de línea, la unión de línea presenta en desarrollo conveniente, un transformador de modos inductivo, conductor de electricidad.

35

De manera más conveniente, la unión de línea presenta dos transformadores de modos inductivos, conductores de electricidad, que están dispuestos desplazados 180 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y en el que ondas electromagnéticas polarizadas lineales, que están desfasadas 180 grados entre sí, se pueden acoplar en la estructura de línea.

40

En desarrollo conveniente, la unión de línea presenta dos transformadores de modos inductivos, conductores de electricidad, que están dispuestos desplazados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y en el que ondas electromagnéticas polarizadas verticales o bien horizontales se pueden acoplar paralelas en la estructura de línea.

45

En desarrollo conveniente, la unión de línea presenta cuatro transformadores de modos inductivos, conductores de electricidad, que están dispuestos desplazados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y en el que ondas electromagnéticas polarizadas verticales, que están desfasadas 180 grados entre sí, se pueden acoplar paralelas en la estructura de línea. En paralelo por medio de dos transformadores de modos desviados 180 grados entre sí y ondas electromagnéticas, polarizadas horizontalmente, que están desfasadas 180 grados entre sí, se pueden acoplar en la estructura de línea en paralelo por medio de dos transformadores de modos desviados 180 grados entre sí y desviados con relación a los transformadores de modos para las ondas electromagnéticas polarizadas verticalmente en 90 grados.

50

De manera más conveniente, la unión de línea comprende dos transformadores de modos inductivos, conductores de electricidad, que están dispuestos desviados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y por medio de los cuales unas ondas electromagnéticas polarizadas circularmente, que están desfasadas 90 ó 180 grados entre sí, se pueden acoplar en la estructura de línea. Se puede generar onda polarizada circular también con cuatro transformadores de modos desplazados 90 grados. Sin embargo, entonces las señales alimentadas a los transformadores de modos, por ejemplo en sentido horario, están desfasadas 90 grados entre sí, respectivamente. Según la invención, el transformador de modos respectivo está configurado como escalón de escalera mecánica. Además, el escalón de escalera mecánica está dispuesto con altura decreciente de los escalones en la dirección del cuerpo de reflexión en la estructura de línea. De manera más conveniente, el escalón de escalera respectivo está realizado de dos, tres, cuatro o más escalones.

55

60

5 Para acoplar la instalación de emisión y de recepción con la estructura de guía, la unión de línea presenta de manera más conveniente el contacto entre el transformador de modos respectivo y un conductor interior coaxial, que está insertado en el lado extremo de la estructura de línea en la superficie trasera del escalón más alto de la escalera mecánica del transformador de modos. De manera más conveniente, entre la superficie trasera del escalón más alto de la escalera mecánica y una pared trasera de la tapa configurada como sección extrema de la estructura de línea está prevista una distancia de algunos milímetros.

10 Para convertir durante la polarización circular la onda electromagnética de giro a la izquierda o de giro a la derecha en una onda electromagnética polarizada horizontal o bien vertical, la instalación de emisión y de recepción presenta de manera más conveniente para el transformador de modos respectivo un acoplador de línea de rotura o un acoplados conectado a continuación de éste con acoplamiento-3dB y con un giro de fases de 180 grados. De esta manera, se puede separar el eco objetivo de una onda electromagnética polarizada circular, que ha sido reflejada en el cuerpo de reflexión en reflexión total o de una modificación implicada con ello del sentido de giro circular, es decir, de giro a la izquierda a giro a la derecha o de giro a la derecha a giro a la izquierda, de ecos de interferencia, que no están sometidos a reflexión total.

15 Para detectar al mismo tiempo ondas electromagnéticas, polarizadas vertical y horizontalmente, la instalación de emisión y de recepción presenta según un desarrollo ventajoso un receptor de 2 canales.

20 De manera conveniente, los transformadores de modos inductivos para los sistemas de pistón múltiple con al menos un pistón exterior y al menos un pistón interior están configurados para la detección de la distancia entre el pistón exterior o bien el pistón interior y el punto de desacoplamiento, para desacoplar tanto la onda electromagnética reflejada por el pistón exterior como también la reflejada por el pistón interior.

25 Para acortar el recorrido de estabilización de una onda electromagnética acoplada en un modo, entre el cuerpo de reflexión y los transformadores de modos está previsto de manera más conveniente un disco dieléctrico, que se conecta en éstos, con preferencia de Lexan, PPS 40 o Teflón, sobre todo el diámetro interior de la estructura de línea.

30 De acuerdo con un desarrollo ventajoso, el disco dieléctrico está provisto en el centro con un tubo interior, de manera que se puede sumergir un pistón de amortiguación en el tubo interior. De manera más conveniente, el tubo interior está realizado metálico.

35 Para limitar la marcha del pistón en la dirección de la unión de línea, en la estructura de línea está previsto un tope de pistón, que colabora como dos anillos de cuarto de círculo con la estructura de línea. En un desarrollo conveniente, el disco dieléctrico sirve como tope de pistón.

40 Según un desarrollo ventajoso, el dispositivo de medición de la distancia está configurado como cierre, tapa extrema o bien sección extrema de la estructura de línea, de manera que se puede proveer una estructura de línea configurada como cilindro hueco de manera especialmente sencilla y con ahorro de costes y de tiempo especialmente alto con el dispositivo de medición de la distancia. Para el reequipamiento de un cilindro hueco, sólo hay que sustituir la pared trasera opuesta al pistón, que funciona como cierre de línea o bien sección extrema con poco gasto por el dispositivo de medición de la distancia. Por lo demás, no son necesarios reequipamientos y/o adaptaciones a la estructura de línea o bien al cilindro hueco.

45 Para el reequipamiento así como para mantenimientos y reparaciones de la estructura de línea y/o del dispositivo de medición de la distancia así como para la sustitución del dispositivo de medición de la distancia en la estructura de línea, es conveniente prever la fijación del dispositivo de medición de la distancia en la estructura de línea de tal forma que el dispositivo de medición de la distancia se puede desprende de la estructura de línea. De esta manera se puede fabricar y ensayar totalmente el dispositivo de medición de la distancia antes del montaje final en el cilindro hueco y/o antes del suministro.

50 Para la retención del dispositivo de medición de la distancia en la estructura de línea es conveniente prever en el lado dirigido hacia el cuerpo de reflexión un apéndice en la estructura de línea, que colabora como tope con el dispositivo de medición de la distancia insertado en la estructura de línea, para que el dispositivo de medición de la distancia sólo se pueda insertar hasta el apéndice en la estructura de línea.

55 Para asegurar que el dispositivo de medición de la distancia permanece como sección de línea de manera fiable en la estructura de línea, y para asegurar el dispositivo de medición de la distancia contra resbalamiento en la estructura de línea, es conveniente prever un anillo de sujeción en el lado de la estructura de línea alejado del cuerpo de reflexión.

60 Según un desarrollo ventajoso, el anillo de sujeción colabora con la estructura de línea a través de una entalladura prevista en la estructura de línea, donde el anillo de sujeción está insertado parcialmente. Además, el anillo de

sujeción está dimensionado de manera más conveniente de tal forma que se evita un resbalamiento del dispositivo de medición de la distancia sobre el lado alejado del cuerpo de reflexión en la estructura de línea.

5 En desarrollo conveniente, el dispositivo de medición de la distancia está retenido en la estructura de línea por medio de al menos un pasador de seguridad y/o por al menos un tornillo. En un desarrollo ventajoso, el pasador de seguridad y/o el tornillo colaboran a través de un taladro en la estructura de línea con la estructura de línea y a través de un taladro en el dispositivo de medición de la distancia con el dispositivo de medición de la distancia.

10 Para crear un soporte de fijación especialmente fiable del dispositivo de medición de la distancia en la estructura de línea, están previstos de manera más conveniente varios pasadores de seguridad y/o varios tornillos, que están avellanados, respectivamente, en taladros de la estructura de línea y del dispositivo de medición de la distancia o bien están atornillados con la estructura de línea y/o el dispositivo de medición de la distancia.

15 En una estructura de línea configurada como cilindro hueco, la pluralidad de pasadores de seguridad y/o la pluralidad de tornillos están previstos de manera más conveniente distribuidos de manera esencialmente regular sobre una trayectoria circular que sigue la envolvente del cilindro hueco.

20 Para la obturación del espacio hueco en la estructura de línea entre el cuerpo de reflexión en el pistón y el dispositivo de medición de la distancia, entre el dispositivo de medición de la distancia y la estructura de línea está prevista de manera más conveniente al menos una junta de estanqueidad y de manera más conveniente dos juntas de estanqueidad, de manera que una de las juntas de estanqueidad funciona como junta de estanqueidad de presión y la otra de las juntas de estanqueidad funciona como junta de estanqueidad de alta frecuencia. En desarrollo ventajoso, las juntas de estanqueidad están configuradas como anillos de estanqueidad.

25 Según un desarrollo ventajoso, con la onda electromagnética se acoplan señales de emisión con diferentes frecuencias de emisión. Para cubrir, por ejemplo, una zona de medición grande, se seleccionan las frecuencias de emisión de manera más conveniente de tal forma que la diferencia entre las frecuencias de emisión es pequeña, por ejemplo 1 % de diferencia del valor absoluto. Para conseguir, por ejemplo, alta seguridad contra interferencias, se seleccionan las frecuencias de emisión según una configuración ventajosa de tal manera que la diferencia entre las  
30 frecuencias de emisión es grande, por ejemplo 20 % de diferencia con respecto al valor absoluto.

De manera más conveniente, las señales de emisión difundidas a través de la onda electromagnética se emiten continuamente. Según una configuración ventajosa, con la onda electromagnética se acoplan señales de emisión configuradas como señales-CW.

35 En un desarrollo conveniente, se evalúan en paralelo ondas electromagnéticas configuradas polaridades verticales y horizontales.

40 El emisor está constituido por un VCO, que alimenta a través de un cable coaxial la onda electromagnética inductivamente al conductor hueco. Una parte de la potencia de emisión se desacopla resistiva y se proporciona al / a las mezcladoras de recepción como oscilador local. De la misma manera, se desacopla la señal de recepción por medio de acoplador desde el canal de emisión, puesto que la disposición de alimentación se utiliza tanto para el emisor como también para el receptor. En este caso, a través de un convertidor de modos se convierte la onda coaxial a través de acoplamiento inductivo del conductor hueco en el tipo de ondas H11 del conductor hueco. El  
45 contacto se realiza fijando el conductor interior coaxial en el lado frontal del convertidor de modo, por ejemplo a través de la inserción en un taladro. Entre la pared metálica de cierre de la tapa y el convertidor de modos existe una distancia en el intervalo de milímetros. A través del número de los transformadores de modos se puede determinar una polarización diferente de la onda y la excitación de ondas de modos más elevados como sigue:

50 H11 - Polarización lineal con un convertidor de modo:

A través de esta alimentación de conductor hueco coaxial inductivo, asimétrico no sólo se excitan ondas del tipo de ondas H11, sino también todos los modos H que siguen la periodicidad.

55 No obstante, en virtud de la condición marginal predeterminada del diámetro exterior del conductor hueco (amortiguación aperiódica de modos de conductores huecos en función de la frecuencia límite específica), sólo después de un recorrido de marcha correspondiente (comportamiento de estabilización) se puede propagar el Modo H11 y transportar energía.

60 H11 - Dolarización lineal con dos convertidores de modo:

A través de la adición de otra alimentación de conductor hueco coaxial inductivo reflejado 180 grados se fuerza una excitación asimétrica y se acorta el número de los modos excitados y con ello también el recorrido de marcha necesario. Condición previa básica de esta excitación es, sin embargo, el acoplamiento desfasado 180° de las dos

señales en el sistema de conducción coaxial.

A través de la utilización de la ortogonalidad de la guía de ondas hueca H11:

H11x-H11y:

5 A través de la ortogonalidad de la guía de ondas hueca H11, es decir, de la propagación totalmente desacoplada teóricamente de dos guías de ondas huecas iguales del tipo H11x y H11y se puede utilizar una 2ª señal redundante dentro del sistema. De esta manera, se puede elevar la seguridad funcional y también la exactitud de medición.

10 Como en la utilización sencilla del tipo de ondas H11, también en la utilización dual se puede utilizar el convertidor de modos sencillo o doble, es decir, con polarización lineal H11x - H11y (vertical y horizontal), respectivamente, con un convertidor de modos y con polarización lineal H11x - H11y (vertical y horizontal), respectivamente, con dos convertidores de modo.

15 Polarización circular:

En virtud de la ortogonalidad del tipo de ondas H11x y H11y, sin embargo, es posible todavía, además de la utilización de la polarización lineal dual, también la utilización de una polarización circular. La polarización circular se genera a través de la excitación de los dos tipos de ondas ortogonales con una señal desfasada 90°. No obstante, adicionalmente, también se puede generar la excitación a través de un segundo acoplamiento girado 90°.

A través de la utilización de la excitación circular son posibles los siguientes estados:

25 - H11x-H11y – Polarización circular, respectivamente, con dos convertidores de modos (los convertidores de modos están dispuestos desplazados de forma circular alrededor de 90 grados;  
- H11x-H11y - Polarización circular, respectivamente, con cuatro convertidores de modos (los convertidores de modos están dispuestos desplazados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo alrededor de 90 grados).

30 Modo de funcionamiento adicional a través de la utilización del tipo de onda E01:

Como ya se ha indicado anteriormente, es principio, a través de la aplicación del convertidor de modos de conductor hueco coaxial es posible la excitación de todos los modos, si éstos son aptos para propagación a través de la garantía correspondiente de las condiciones marginales.

35 Otro tipo de ondas, que se puede utilizar a través de una modificación de la condición marginal (diámetro del conductor hueco) y de las señales de excitación correspondientes dentro del sistema es el tipo de ondas E01.

40 En el caso de excitación y propagación se aplican las mismas manifestaciones que en el tipo de ondas H11 considerado.

Un tipo de ondas E01 se puede excitar a través de las siguientes configuraciones:

45 - E01 polarización con un convertidor de modos;  
- E01 polarización con dos convertidores de modo (girados 90°, excitación en fase);  
- E01 polarización con dos convertidores de modo (girados 180°, excitación en fase);  
- E01 polarización con cuatro convertidores de modo (girados 4 x 90°, excitación en fase).

50 Además, se aplica la condición previa básica general de que el diámetro del conductor hueco está adaptado a la frecuencia básica E01.

Modo de funcionamiento en cilindros con vástago de pistón continuo:

55 En cilindros con vástago de pistón continuo se excita con preferencia el modo-TEM. la excitación del modo-H11 es igualmente posible. También en esta configuración se puede sustituir el convertidor de modos inductivo presentado.

Anchura de banda y adaptación del convertidor de modos:

60 La anchura de banda del convertidor de modos se determina a través de la calidad de la adaptación de los tipos de ondas correspondientes.

La adaptación se consigue a través de una transformación de la impedancia. Esta anchura de banda de la transformación de puede controlar a través del número de las fases de transformación utilizadas (mecánicamente: número de las fases del acoplamiento inductivo correspondiente del conductor hueco). El número de las fases de

transformación genera en este caso una longitud de construcción correspondiente del convertidor de modos. No obstante, se puede conseguir una adaptación suficiente en ciertas condiciones también ya con una fase de transformación.

5 No obstante, el acortamiento del recorrido de estabilización a través de una ventana dieléctrica (disco): en virtud de la condición marginal predeterminada del diámetro exterior del conductor hueco (amortiguación aperiódica de modos de conductores huecos en función de la frecuencia límite específica), sólo después de un recorrido de marcha correspondiente (comportamiento de estabilización) se puede propagar el modo-H11 y transportar energía. Este recorrido de marcha se puede acortar de manera correspondiente cuando una ventana dieléctrica en forma de un disco con un índice de dielectricidad con un valor mucho mayor que 1 sigue directamente a los transformadores de modos. Como material se puede utilizar con preferencia PPS 40, Lexan o Teflon. El disco dieléctrico se puede diseñar al mismo tiempo para que sirva como tope de pistón mecánico.

Amortiguación neumática de las posiciones extremas:

15 El disco dieléctrico se puede configurar de tal forma que adopta una configuración en forma de sombrero. El ensanchamiento en el centro es adecuado para que se pueda insertar un pistón de amortiguación montado como apéndice del vástago de pistón. Al mismo tiempo, está previsto un anillo de estanqueidad móvil en el eje de movimiento del pistón. El tubo para el alojamiento del pistón de amortiguación se puede realizar también metálicamente. También en esta condición es posible el acoplamiento de la onda electromagnética.

Tope extremo mecánico:

25 Como tope extremo mecánico para el pistón puede servir también una disposición de cuarto de círculo de dos cáscaras.

Ejemplos de realización:

30 A continuación se explican en detalle ejemplos de realización de la invención con la ayuda de un dibujo. En éste:

La figura 1 muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea con un transformador de modos en un cilindro.

35 La figura 2A muestra en representación en perspectiva formas de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea con dos transformadores de modos de dos fases en un cilindro.

La figura 2B muestra en representación en perspectiva formas de realización según la figura 2A con dos transformadores de modos de tres fases.

40 La figura 2C muestra en representación en perspectiva formas de realización según la figura 2A con dos transformadores de modos de cuatro fases.

45 La figura 2D muestra un grafo para la adaptación de las uniones de líneas con transformadores de modos con diferente número de fases en las formas de realización según las figuras 2A, 2B y 2C.

La figura 3A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea con dos transformadores de modos desplazados 90 grados entre sí en un cilindro.

50 La figura 3B muestra una representación esquemática de la unión de línea según la forma de realización según la figura 3A.

La figura 4A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea con dos transformadores de modos desplazados 180 grados entre sí en un cilindro.

55 La figura 4B muestra una representación esquemática de la unión de línea de la forma de realización según la figura 4A para el acoplamiento de una onda electromagnética, polarizada linealmente.

60 La figura 5A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea con cuatro transformadores de modos desplazados 90 grados entre sí en un cilindro.

Las figuras 5B, 5C muestran representaciones esquemáticas de la unión de línea según la forma de realización según la figura 5A para el acoplamiento de una onda electromagnética polarizada lineal dos veces o bien polarizada circular dos veces.



- 5 La figura 6A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea con cuatro transformadores de modos desplazados 90 grados entre sí en un cilindro.
- La figura 6B muestra una representación esquemática de la unión de línea según la forma de realización según la figura 6A para el acoplamiento de una onda electromagnética polarizada lineal en el modo-E01.
- 10 La figura 7A muestra en representación en sección una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea y disco dieléctrico en un cilindro.
- La figura 7B muestra un grafo para la adaptación de la unión de línea con disco dieléctrico en la forma de realización según la figura 7A.
- 15 Las figuras 8A, 8B muestran en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia en un cilindro con vástago de pistón continuo.
- Las figuras 8C, 8D muestran un grafo para la adaptación de la potencia durante el acoplamiento de una onda electromagnética en el modo-TEM o bien en los modos-H11x-H11y en el cilindro según las formas de realización mostradas en las figuras 8A, 8B.
- 20 La figura 9A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia en un cilindro con vástagos de pistón dobles.
- 25 La figura 9B muestra en representación esquemática una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia en un cilindro con vástagos de pistón dobles.
- Las figuras 10A, 10B muestran en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea y disco dieléctrico configurado en forma de collar en un cilindro.
- 30 Las figuras 11A, 11B muestran en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia según las figuras 10A y 10B, estando configurado el collar metálico.
- 35 La figura 12 muestra en representación despiezada ordenada una forma de realización de un dispositivo de medición de la distancia para la sustitución de una tapa extrema en un cilindro hueco.
- La figura 13 muestra en representación en sección la forma de realización según la figura 12 con el dispositivo de medición de la distancia insertado en el cilindro hueco y fijado por medio de un anillo de sujeción.
- 40 La figura 14 muestra en representación despiezada ordenada otra forma de realización de un dispositivo de medición de la distancia para la sustitución de una tapa extrema en un cilindro hueco.
- La figura 15 muestra en representación en sección la forma de realización según la figura 14 con el dispositivo de medición de la distancia insertado en el cilindro hueco y fijado por medio de tornillos en el cilindro hueco.
- 45 La figura 16 muestra en representación en perspectiva la forma de realización según la figura 15; y
- La figura 17 muestra en representación despiezada ordenada la forma de realización según la figura 15.
- 50 El dibujo adjunto ilustra varios ejemplos de realización descritos a continuación para la disposición de los transformadores de modos para la generación de la diferente polarización de la onda electromagnética y la preparación en fases y amplitud de la onda electromagnética. Las partes correspondientes están provistas con los mismos signos de referencia en todas las figuras.
- 55 La figura 1 muestra una representación en perspectiva de una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 configurada como transformador de modos 4 para el acoplamiento de una onda coaxial en una guía de ondas hueca polarizada lineal en el modo-H11 en el cilindro 7 por medio del transformador de modos 4. Se muestra un transformador de modos de dos fases 4 así como el acoplamiento coaxial 8. También se representa un tope de pistón mecánico de dos cáscaras 10, 12, que protege esencialmente el transformador de modos 4 contra un choque con el pistón 14.
- 60 Las figuras 2A, 2B y 2C muestran diferente forma de realización del dispositivo de medición de la distancia con una unión de línea 6 configurada como transformador de modos inductivo 4. A medida que aumenta el número de fases de transformación, se mejora la adaptación (figura 2D). Se muestra un transformador de modos 4 de dos (16), tres

(18) y cuatro (20) fases (figuras 2A, 2B y 2C).

La figura 3A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 con dos transformadores de modos 4 desplazados 90 grados entre sí para el acoplamiento paralelo de una onda coaxial y la transformación en dos guías de ondas huecas (horizontal y vertical) polarizadas lineales en el modo-H11. Las dos transformaciones de modos 4 están dispuestas desplazadas mecánicamente 90 grados sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la sección extrema del cilindro 7.

La figura 3B muestra una representación esquemática de la unión de línea con un acoplamiento-3dB y una diferencia de fases de 90 grados entre las ondas electromagnéticas según la forma de realización según la figura 3A.

La disposición mostrada en la figura 3A se utiliza también para generar una onda polarizada circular. El acoplamiento de realiza entonces, sin embargo, con dos ondas desplazadas 90 ó 180 grados en la fase.

La figura 4A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 con dos transformadores de modos 4 desplazados 180 grados entre sí en un cilindro 7 para el acoplamiento de una onda coaxial y transformación en una guía de ondas hueca polarizada lineal en el modo-H11. Se realiza un acoplamiento de la onda en dos transformadores de modo 4, que están dispuestos mecánicamente desplazados 180 grados. Las ondas acopladas en los transformadores de modos 4 poseen, además, un desplazamiento de fases de 180 grados, como se ilustra esquemáticamente adicionalmente en la figura 4B.

La figura 5A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 con cuatro transformadores de modos 4 desplazados 90 grados entre sí en un cilindro 7 para el acoplamiento de una onda coaxial y la transformación en dos guías de ondas huecas polarizadas lineales o bien en una o dos guías de ondas huecas polarizadas circulares, respectivamente, en el modo-H11. Se realiza el acoplamiento de la onda electromagnética en cuatro transformadores de modos 4, que están desplazados mecánicamente 90 grados, respectivamente. En este caso, se genera el acoplamiento lineal doble por que, por ejemplo, la onda polarizada vertical es alimentada al transformador de modos 4 a 0 grados (A) y a 180 grados (B) con un desfase de 180 grados y la onda polarizada horizontal es alimentada al transformador de modos 4 a 90 grados (C) y a 270 grados (D) con un desfase de 180 grados (figura 5B).

La onda polarizada circular una o dos veces es generada por que a través de cuatro transformadores de modos dispuestos sobre una trayectoria circular de un círculo se puede alimentar la onda electromagnética, por ejemplo en sentido horario, con un desfase de 90 grados (figura 5C).

La figura 6A muestra en representación en perspectiva una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 con cuatro transformadores de modos 4 desplazados 90 grados entre sí en un cilindro 7 para el acoplamiento de una onda coaxial y la transformación en una onda polarizada lineal en el modo-E01. El acoplamiento se realiza en fase (figura 6B) en todos los cuatro transformadores de modos 4, están dispuestos desplazados mecánicamente 90 grados, respectivamente.

La figura 7A muestra en representación en sección una forma de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 y un disco dieléctrico 22 en un cilindro 7, en la que la unión de línea 6 presenta transformaciones de modos 4 de una fase. El disco dieléctrico 22 está colocado en la zona de desacoplamiento de la guía de ondas hueca. Debido al índice de dielectricidad elevado del disco dieléctrico 22 en comparación con aire, se realiza un acortamiento del recorrido de estabilización de la onda electromagnética en el modo deseado, por ejemplo modo-H11. Al mismo tiempo, el disco dieléctrico 22 puede servir como tope mecánico para el pistón (no representado en la figura 7A). La configuración conduce a una forma de construcción extremadamente corta, especialmente de la unión de línea, con transformadores de modos de una fase.

En la figura 7B se representan gráficamente los parámetros-S de la disposición según la figura 7A. En el ejemplo mostrado se consigue para una gama de frecuencias de 3,8 GHz a 4,15 GHz una adaptación mejor que 20dB (ver la curva-S11, 24).

Las figuras 8A y 8B muestran en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 en un cilindro 7 con el principio funcional del vástago de pistón continuo 26. También para esta forma de realización se puede emplear el transformador de modos inductivo 4 propuesto. Para este sistema de conductor hueco coaxial se excita, sin embargo, con preferencia el modo-TEM 28 (figura 8C), de manera que a través de la aceptación de menoscabos reducidos de la potencia con respecto a la adaptación se puede excitar también el modo-H11 30 (figura 8D).

Las figuras 9A y 9B muestran en representación en perspectiva o bien en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 en un cilindro 7 con vástagos de pistón dobles 32, 34. En este caso, dos o más vástagos de pistón 32, 34 marchan unos dentro de los otros y, en concreto, de manera

independientes entre sí. A través de la combinación de los principios funcionales se puede detectar la posición del pistón 36 que marcha totalmente en el interior con un sistema de las figuras 2 a 7 y la posición del pistón 38 más exterior con una disposición de las figuras 8A y 8B de manera independiente entre sí. En la figura 9B se representa el sistema de doble pistón a través de un pistón interior 36 y un pistón exterior 38.

Las figuras 10A y 10B muestran en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 con una unión de línea 6 y disco dieléctrico 40 configurado en forma de sombrero o en forma de collar en un cilindro 7. En la zona interior tubular 42 se encuentra una junta de estanqueidad 44 móvil en dirección-x. Con esta disposición es posible realizar una amortiguación neumática de las posiciones extremas.

Las figuras 11A y 11B muestran en representación en sección formas de realización del dispositivo de medición de la distancia 2 según las figuras 10A y 10B, estando configurado metálico el sombrero o bien collar que funciona como tubo de amortiguación (zona interior tubular 42).

Para poder medir continuamente la distancia entre pistón y sensor, debe modularse la señal de emisión. Esto se puede realizar en forma de una modulación de la frecuencia. Para conseguir en este caso una resolución alta de la distancia es necesaria, sin embargo, una variación de la frecuencia grande. En la práctica es ventajosa la emisión de una señal CW, por ejemplo, a diferentes frecuencias para la fijación de una zona de distancia unívoca (función de ambigüedad!), respectivamente, con evaluación siguiente de la diferencia de fases entre la señal de emisión y la señal de recepción como valor de medición de alta exactitud para la distancia entre sensor y pistón de medición. El número de las frecuencias a utilizar así como su posición depende en primer término de la distancia máxima a medir así como de la tolerancia a fallo necesaria frente a la medición del ángulo de fases. En general, con una diferencia de frecuencia pequeña entre dos frecuencias de medición, la distancia medible es mayor, pero la distinción de dos periodos sucesivos condiciona una exactitud más elevada de la medición del ángulo de fases que con una diferencia mayor de la frecuencia. Por lo tanto, la seguridad contra interferencias es mayor con diferencias mayores entre diferencias individuales de la medición. Si debe medirse una zona de medición grande con seguridad contra interferencias suficiente, entonces son necesarias varias frecuencias de medición con posición apropiada de la frecuencia. De esta manera, son necesarias entonces parejas de frecuencias tanto con diferencia menor de la frecuencia de emisión (zona mayor de medición) como con diferencia mayor de la frecuencia (seguridad contra interferencias). La exactitud de la posición está determinada esencialmente por la exactitud de la medición del ángulo de fases a la frecuencia de medición máxima, por que allí la longitud de las ondas es mínima. Se aplica la fórmula:

**Modificación del recorrido = modificación del ángulo de fases x longitud de las ondas / 180 grados**

Se puede con seguir, además, una mejora esencial de la exactitud de medición cuando se evalúan varias señales de diferente polarización. Así, por ejemplo, se puede excitar al mismo tiempo una onda electromagnética con polarización horizontal y una onda con polarización vertical, cuando están presentes dos transformadores de modos a una distancia de 90 grados. También se ha revelado que es ventajosa la evaluación de una onda electromagnética polarizada circular. Por ejemplo, si se emite una onda circular a la izquierda, entonces ésta es reflejada en el pistón (reflexión total) y modifica la dirección de polarización en virtud del salto de fases de 180 grados. La onda circular a la izquierda acoplada es recibida como onda circular a la derecha. En cambio, los ecos de interferencia mantienen el sentido de giro y son recibidos como onda circular a la izquierda. A través de una red de alimentación, por ejemplo un acoplador de línea de rotura, se desacoplan y se procesan ambas señales como onda polarizada horizontal y vertical, respectivamente. Los ecos de interferencia aparecen entonces, por ejemplo, en el canal de recepción de la onda polarizada vertical, mientras que la información útil (= posición del pistón) aparece en el canal de recepción de la onda polarizada horizontal.

En la figura 12 se muestra otra forma de realización de un dispositivo de medición de la distancia 2, con lo que se sustituye una trapa extrema 46, que funciona como cierre de línea, en el cilindro hueco 7. La tapa extrema 48 fijada entre un anillo de sujeción 48 y un apéndice 50 previsto en el cilindro hueco 7 se puede desmontar fuera del cilindro hueco 7 desprendiendo el anillo de sujeción 48 fuera de una entalladura 52 prevista en el cilindro hueco 7. A continuación, se puede insertar el dispositivo de medición de la distancia 2 con más adaptaciones en el dispositivo de medición de la distancia 2 o en el cilindro hueco 7 en éste hasta el apéndice 50 como tope y se puede fijar por medio del anillo de sujeción 52. Para el tope del dispositivo de medición de la distancia 2 en el apéndice 50 del cilindro hueco 7, se dimensiona el diámetro del dispositivo de medición de la distancia 2 de forma correspondiente.

La figura 13 muestra en representación en sección la forma de realización según la figura 12 con el dispositivo de medición de la distancia 2 insertado en el cilindro hueco 7 y fijado sobre el anillo de sujeción 52. En el lado del pistón, el dispositivo de medición de la distancia 2 choca en el apéndice 50 del cilindro hueco 7, puesto que un diámetro interior 54 del cilindro hueco 7 en el apéndice 50 está dimensionado menor que un diámetro exterior 56 de un cuerpo metálico 58. Para la obturación del espacio hueco entre el pistón 14 y el dispositivo de medición de la distancia 2 están previstos en éste dos juntas de estanqueidad 60, 62, funcionando la junta de estanqueidad 60, dirigida hacia el pistón 14, como junta de estanqueidad de presión y la junta de estanqueidad 62 alejada del pistón

14 como junta de estanqueidad de alta frecuencia. Para la amortiguación neumática del pistón 14 y para la prevención de un choque del pistón 14 y de una arandela exterior dieléctrica 64 dispuesta en el dispositivo de medición de la distancia 2 está previsto al menos en el pistón 14 un elemento de amortiguación 66, que colabora con un apéndice 67 previsto en la arandela dieléctrica exterior 64.

5 En la figura 14 se muestra otra forma de realización de un dispositivo de medición de la distancia 2, con el que se sustituye una tapa extrema 46, que funciona como cierre de línea, en el cilindro hueco 7. La tapa extrema 48, fijada entre el anillo de sujeción 48 y el apéndice 50 previsto en el cilindro hueco 7, se puede desmontar desde el cilindro hueco 7 a través del desprendimiento del anillo de sujeción 48 fuera de la entalladura 52 prevista en el cilindro hueco 7. A continuación se puede insertar el dispositivo de medición de la distancia 2 sin más adaptaciones en el dispositivo de medición de la distancia 2 o en el cilindro hueco 7 en éste hasta el apéndice 50 como tope y se puede fijar en el presente ejemplo de realización por medio de tornillos de seguridad 68.

15 La figura 15 muestra en representación en sección la forma de realización según la figura 14 con el dispositivo de medición de la distancia 2 insertado en el cilindro hueco 7 y fijado por medio de los tornillos de seguridad 68. En el lado del pistón, el dispositivo de medición de la distancia 2 choca en el apéndice 50 del cilindro hueco 7, puesto que el diámetro interior 54 del cilindro hueco 7 en el apéndice 50 está dimensionado menor que el diámetro exterior 56 del cuerpo metálico 58. Para la amortiguación neumática del pistón 14 y para la prevención de un choque del pistón 14 y del disco dieléctrico exterior 64 dispuesto en el dispositivo de medición de la distancia 2 está previsto al menos en el pistón 14 el elemento de amortiguación 66, que colabora con el apéndice 67 previsto en el disco dieléctrico exterior 64. En el presente ejemplo de realización, el seguro del dispositivo de medición de la distancia 2 en el cilindro hueco 7 se realiza por medio de los tornillos de seguridad 68. De manera alternativa o en colaboración se pueden utilizar también pasadores de seguridad. En el presente ejemplo de realización, los tornillos de seguridad 68 están dispuestos desplazados en ángulo 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular que sigue la envolvente interior 70 del cilindro hueco 7 (figura 17) y están avellanados en taladros 72 previstos en el cilindro hueco 7 así como en cavidades 74, previstas en el dispositivo de medición de la distancia 2, que están opuestas a los taladros 72 cuando el dispositivo de medición de la distancia 2 está montado final y se fijan por medio de uniones atornilladas.

30 La figura 16 muestra en representación en perspectiva la forma de realización según la figura 14 con el dispositivo de medición de la distancia 2 insertado en el cilindro hueco 7 y fijado por medio de los tornillos de seguridad 68. El dispositivo de medición de la distancia 2, que configura el cierre del conducto del cilindro hueco 7 termina sobre el lado alejado del cilindro hueco 7 con un disco extremo 78 y con una conexión 80 para el contacto eléctrico del dispositivo de medición de la distancia 2.

35 La figura 17 muestra una forma de realización según la figura 15 en representación despiezada ordenada, especialmente del dispositivo de medición de la distancia 2, que termine en un lado dirigido hacia el cilindro hueco 7 con el disco exterior dieléctrico 64 y comprende en la dirección del lado alejado del cilindro hueco 7, el anillo de estanqueidad 60, 62, el cuerpo metálico 58, orificios de paso coaxiales 82, un disco 84, una pletina 86 que presenta la electrónica así como el disco extremo 78 y la conexión 80. El acoplamiento de las ondas electromagnéticas se realiza a través de los orificios de paso coaxiales 82 conectados de forma conductora de electricidad con la electrónica sobre la pletina 86 y con el cuerpo metálico 58 sobre apéndices 88 previstos en éste.

45 En general, debería establecerse que el procedimiento de medición, que se refiere a la alimentación inductiva, se puede aplicar de la misma manera para una alimentación capacitiva.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo de medición de la distancia (2) para la determinación de una distancia entre un cuerpo de reflexión en una estructura de línea configurada como cilindro hueco (7) y un punto de acoplamiento, prevista en una sección extrema de la estructura de línea, para ondas electromagnéticas, con una instalación de emisión y de recepción con una unión de línea (6) prevista en el punto de acoplamiento para el acoplamiento inductivo de la instalación de emisión y de recepción con la estructura de línea, para acoplar una onda electromagnética a través de un convertidor de modos (4) en la estructura de línea y desacoplar la onda electromagnética reflejada en el cuerpo de reflexión desde la estructura de línea, y con una instalación de evaluación para la determinación de la distancia entre el punto de acoplamiento y el cuerpo de reflexión a partir de la diferencia de fases entre la onda electromagnética acoplada y la onda electromagnética desacoplada, caracterizado por que el convertidor de modos está configurado como escalera mecánica, y la escalera mecánica está dispuesto con altura decreciente del escalón en la dirección del cuerpo de reflexión en la pared interior del cilindro hueco de la estructura de línea.
- 2.- Dispositivo de medición de la distancia según la reivindicación 1, caracterizado por que el cilindro hueco (7) está configurado como cilindro neumático o hidráulico o cilindro de medición, estando previsto en el cilindro hueco (7) un pistón (36, 38), que funciona como cuerpo de reflexión.
- 3.- Dispositivo de medición de la distancia según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el acoplamiento de la onda electromagnética en la estructura de línea se realiza en la gama de frecuencias entre 1 MHz y 100 GHz en forma de onda electromagnética monomodal, y el acoplamiento de la onda electromagnética en la estructura de línea se realiza en el modo-H11 o E01 o en el caso de estructura de conductora coaxial en el modo-TEM.
- 4.- Dispositivo de medición de la distancia según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se puede generar una onda electromagnética polarizada lineal en el modo-E01 a través de acoplamiento en fase de una onda coaxial en la estructura de línea a través de un convertidor de modos inductivo (4), conductor de electricidad, de la unión de línea (6) o a través de dos o cuatro transformadores de modos inductivos (4), conductores de electricidad, de la unión de la línea (6).
- 5.- Dispositivo de medición de la distancia según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la unión de la línea (6) comprende un convertidor de modos inductivo (4), conductor de electricidad, por medio del cual se puede acoplar una onda electromagnética, polarizada lineal horizontal o verticalmente, en la estructura de línea, o la unión de línea (6) comprende dos transformadores de modos inductivos 4, conductores de electricidad, que están dispuestos desviados 180 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y por medio de los cuales ondas electromagnéticas, polarizadas linealmente, que están desfasadas 180 grados entre sí, se pueden acoplar en la estructura de línea, o la unión de línea (6) comprende dos transformadores de modos inductivos (4), conductores de electricidad, que están dispuestos desviados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y por medio de los cuales ondas electromagnéticas, polarizadas vertical u horizontalmente, se pueden acoplar en paralelo a la estructura de línea, o la unión de línea (6) comprende cuatro transformadores de modos inductivos (4), conductores de electricidad, que están dispuestos desviados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema, y en la que ondas electromagnéticas, polarizadas verticalmente, que están desfasadas 180 grados entre sí se pueden acoplar en la estructura de línea en paralelo por medio de dos transformadores de modos (4) desviados 180 grados entre sí y ondas electromagnéticas, polarizadas horizontalmente, que están desfasadas 180 grados entre sí, se pueden acoplar en la estructura de línea en paralelo por medio de dos transformadores de modos (4) desviados 180 grados entre sí y desviados con relación a los transformadores de modos (4) para las ondas electromagnéticas polarizadas verticalmente en 90 grados, o la unión de línea (6) comprende dos transformadores de modos inductivos (4), conductores de electricidad, que están dispuestos desviados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y por medio de los cuales unas ondas electromagnéticas respectivas, polarizadas lineal y circularmente, que están desviadas 90 grados entre sí, se pueden acoplar en la estructura de línea, o la unión de línea (6) comprende cuatro transformadores de modos inductivos (4), conductores de electricidad, que están dispuestos desviados 90 grados entre sí sobre una trayectoria circular de un círculo previsto en la zona de la sección extrema y por medio de los cuales unas ondas electromagnéticas, polarizadas circularmente, que están alimentadas, por ejemplo, desfasadas en sentido horario 90 grados, se pueden acoplar, respectivamente.
- 6.- Dispositivo de medición de la distancia de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la escalera respectiva es una configuración de dos escalones (16), tres escalones (18), cuatro escalones (20) o de escalones múltiples, en el que para acoplar el dispositivo de transmisión y de recepción a la estructura de línea, la unión de línea (6) comprende el contacto entre el convertidor de modos (4) respectivo y un conductor interior coaxial, que se inserta, en el extremo de la estructura de línea, en la superficie trasera del escalón más alto de la escalera mecánica del convertidor de modos (4), y se proporciona una distancia de varios milímetros entre la superficie trasera del escalón más alto de la escalera mecánica y una pared trasera de cubierta de la estructura de línea que

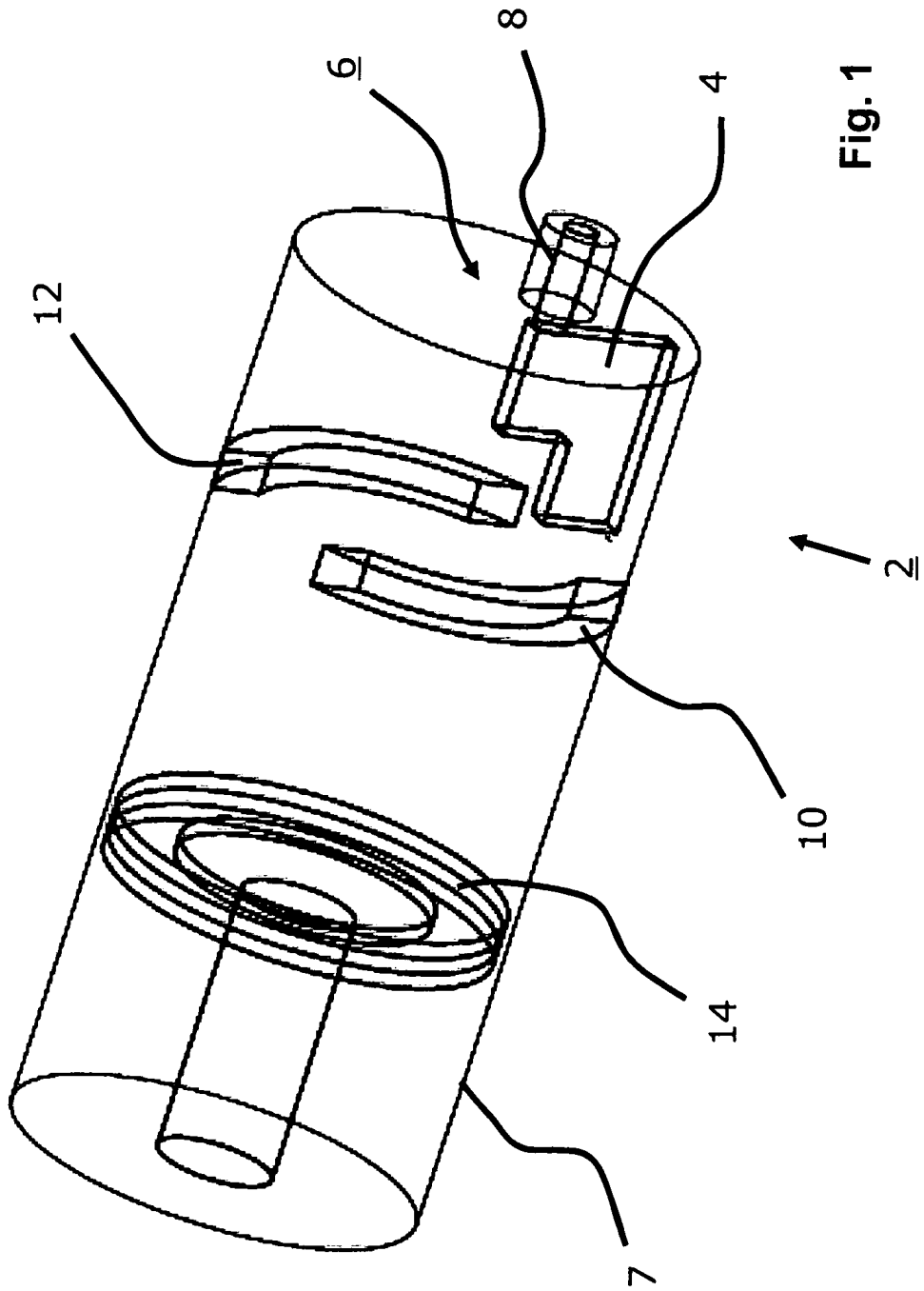
se forma como una sección extrema.

- 5 7.- Dispositivo de medición de la distancia de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el dispositivo de transmisión y de recepción comprende para el convertidor de modos (4) respectivo un acoplador de línea ramificada y un acoplados conectado curso abajo del mismo con acoplamiento de 3 dB y con una rotación de fase de 180 grados, y/o el dispositivo de transmisión y de recepción comprende para la detección simultánea de ondas polarizadas vertical y horizontalmente un receptor de 2 canales.
- 10 8.- Dispositivo de medición de la distancia de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que los transformadores de modos inductivos (4) para sistemas multi-pistón con al menos un pistón exterior (38) y al menos un pistón interior (36) están diseñados para acoplarse con la onda electromagnética reflejada por el pistón exterior (38) y con la onda electromagnética reflejada por el pistón interior (36) para la detección de la distancia entre el pistón exterior (38) y el pistón interior (36) y el punto de acoplamiento.
- 15 9.- Dispositivo de medición de la distancia de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que entre el cuerpo reflexivo y los transformadores de modos (4) está previsto un disco dieléctrico (22, 40) adjunto a estos últimos, con preferencia fabricado de Lexan, PPS 40 o Teflón, sobre todo el diámetro interior de la estructura de línea, y/o el disco dieléctrico (40) está previsto centrado con un tubo interior (42), de manera que un pistón de amortiguación puede entrar en el tubo interior (42), y el tubo interior (42) es de una configuración metálica.
- 20 10.- Dispositivo de medición de la distancia según la reivindicación 9, caracterizado por que el disco dieléctrico (22, 40) actúa como un tope de pistón, o un tope de pistón (10, 12) está previsto en la estructura de línea e interactúa como dos anillos de cuarto de círculo (10, 12) con la estructura de línea.
- 25 11.- Dispositivo de medición de la distancia de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el dispositivo de medición de la distancia está formado como una sección extrema de la estructura de línea, y/o el dispositivo de medición de la distancia está dispuesto desmontable sobre la estructura de línea, y/o el dispositivo de medición de la distancia está asegurado sobre el lado que mira hacia el cuerpo reflexivo en la estructura de línea por una convexidad prevista sobre la estructura de línea que interactúa con el dispositivo de medición de la distancia, y/o
- 30 el dispositivo de medición de la distancia está asegurado sobre el lado que se aleja del cuerpo reflexivo en la estructura de línea por un anillo de fijación que interactúa con la estructura de línea y la sección extrema, o el dispositivo de medición de la distancia está asegurado en la estructura de línea por al menos un pasador de seguridad que interactúa con la estructura de línea y la sección extrema, y una junta de estanqueidad está prevista entre el dispositivo de medición de la distancia y la estructura de línea, y la junta de estanqueidad está formada
- 35 como un anillo de estanqueidad.
- 12.- Un método para determinar una distancia entre un cuerpo reflexivo en una estructura de línea formada como un cilindro hueco y un punto de acoplamiento para ondas electromagnéticas previstas en una sección extrema de la estructura de línea, que comprende las siguientes etapas del procedimiento:
- 40 acoplar una onda electromagnética en la estructura de línea por medio de una unión de línea (6) formada como un convertidor de modos en el punto de acoplamiento, en el que el convertidor de modos está formado como una escalera mecánica, y la escalera mecánica está dispuesta con altura decreciente de los escalones en la dirección del cuerpo reflexivo sobre la pared interior del cilindro hueco de la estructura de línea,
- 45 desacoplar la onda electromagnética reflejada en el cuerpo reflexivo fuera de la estructura de línea por medio de la unión de línea (6); y
- determinar la distancia entre el punto de acoplamiento y el cuerpo reflexivo a partir de la diferencia de fases entre la onda electromagnética acoplada y la onda electromagnética desacoplada.
- 50 13.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por que la onda electromagnética está acoplada en la estructura de línea en el modo-E01 o en el modo-H11, o en el caso de una estructura de conductor coaxial, en el modo TEM, en el que, con la onda electromagnética, se acoplan señales de transmisión con diferentes frecuencias de transmisión, y las frecuencias de transmisión se seleccionan de tal manera que la diferencia entre las frecuencias de transmisión es pequeña, por ejemplo una diferencia de 1 %, respecto del valor absoluto, para cubrir un rango de medición grande, o las frecuencias de transmisión se seleccionan de tal manera que la diferencia entre
- 55 las frecuencias de transmisión es grande, por ejemplo una diferencia de 20 % respecto del valor absoluto, para conseguir una inmunidad alta a interferencia.
- 60 14.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, caracterizado por que las señales de transmisión difundidas por medio de la onda electromagnética son emitidas continuamente, y con la onda electromagnética, las señales de transmisión formadas como señales CW son acopladas y/o las ondas electromagnéticas formadas, polarizadas vertical y horizontalmente, son evaluadas en paralelo, y/o en el caso de polarización circular, una onda electromagnética giratoria a la izquierda o giratoria a la derecha se convierte por medio de un acoplador de línea de ramificación en una onda electromagnética polarizada horizontal o verticalmente y/o en el caso de una polarización circular, la reflexión total en el cuerpo reflexivo conduce a la

inversión de la dirección de radiación, es decir, que una onda que circula a la izquierda se convierte en una onda que circula a la derecha, o viceversa, y esto hace posible una detección inequívoca del pistón.

- 5 15.- Procedimiento para modificar una estructura de línea por un dispositivo de medición de la distancia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 ó 14, caracterizado por que una pared trasera de cubierta opuesta al cuerpo reflexivo y formada como una sección extrema de la estructura de línea es retirada de la estructura de línea y sustituida por el dispositivo de medición de la distancia, que se forma como una sección extrema.

10





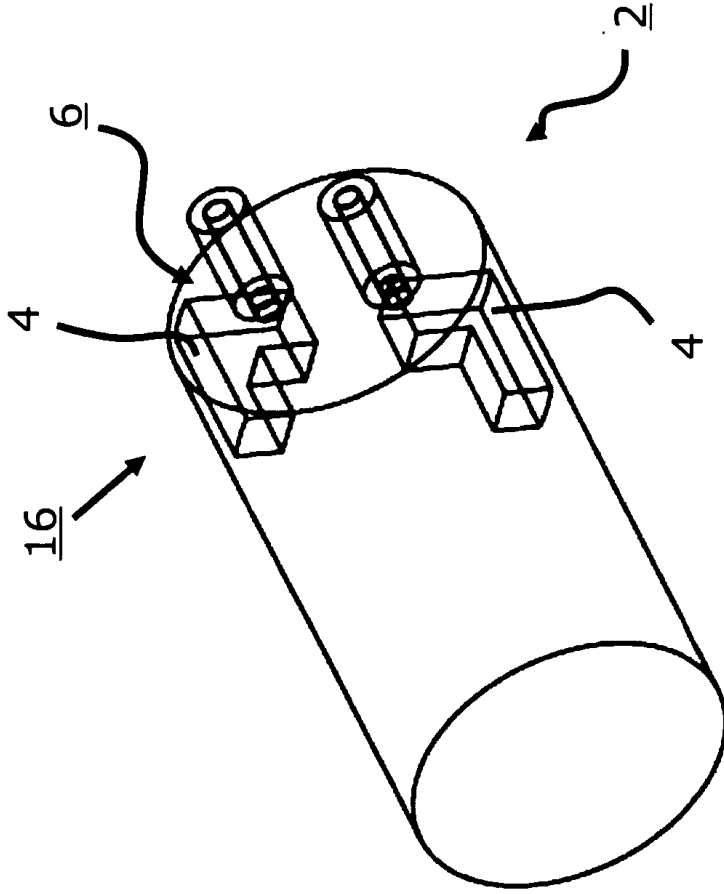


Fig. 2 A

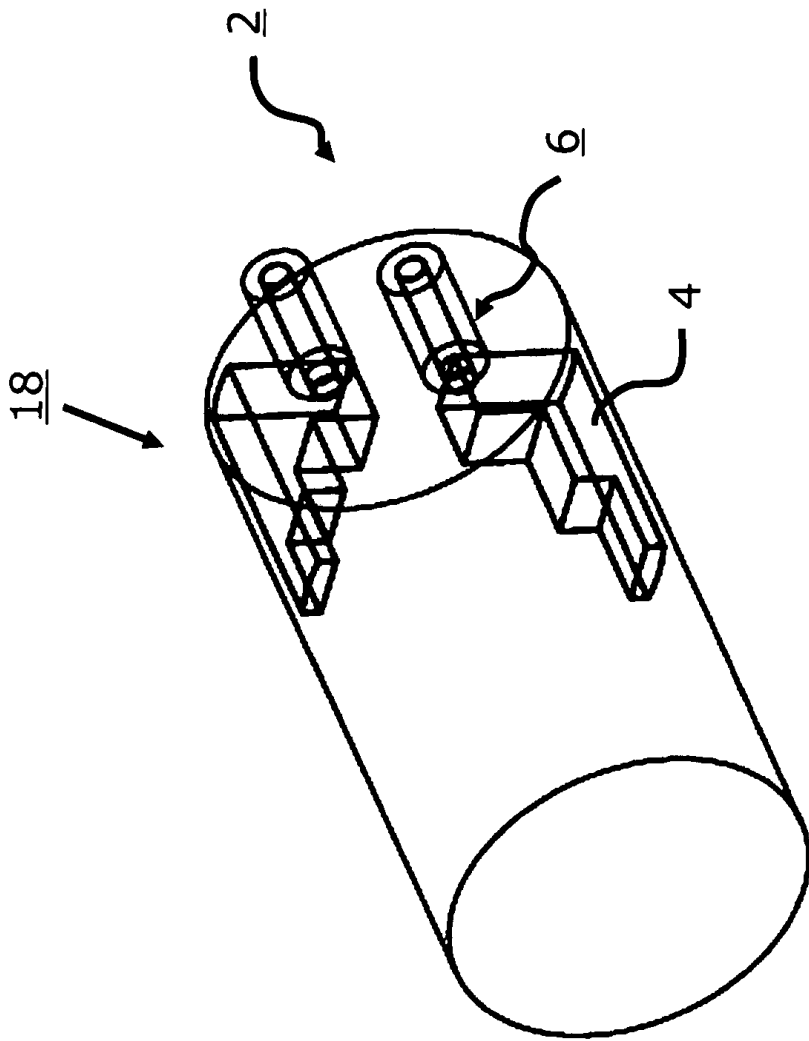


Fig. 2 B

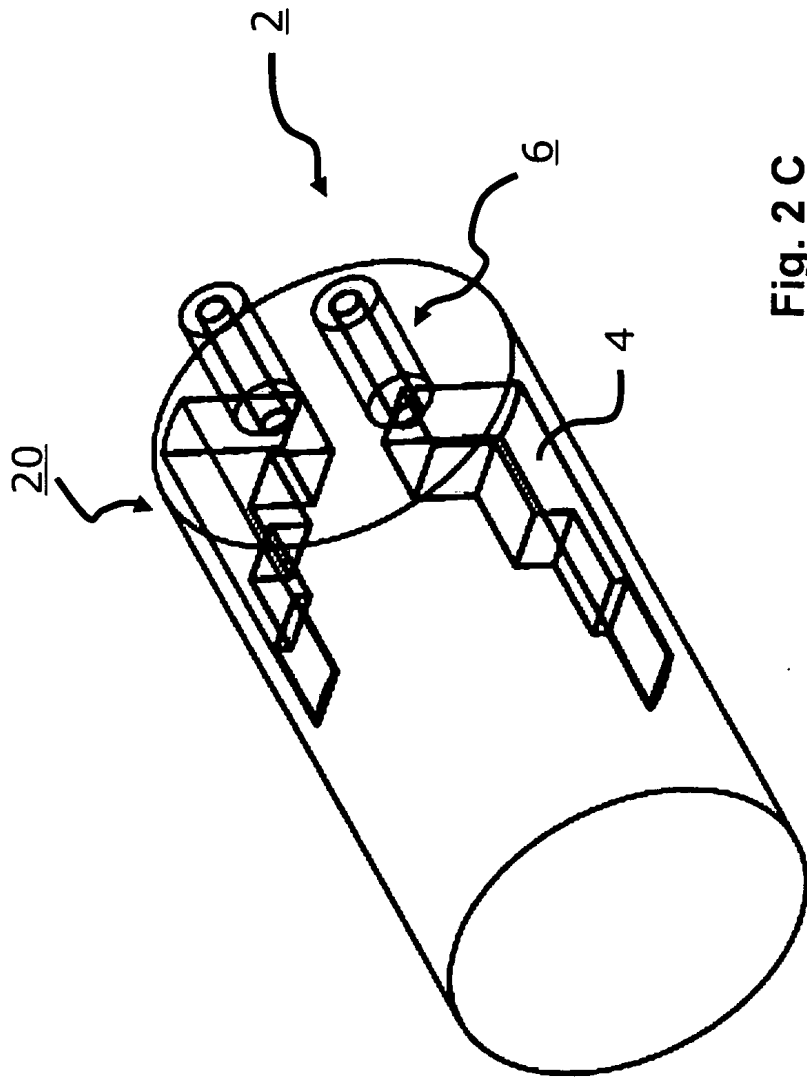


Fig. 2 C

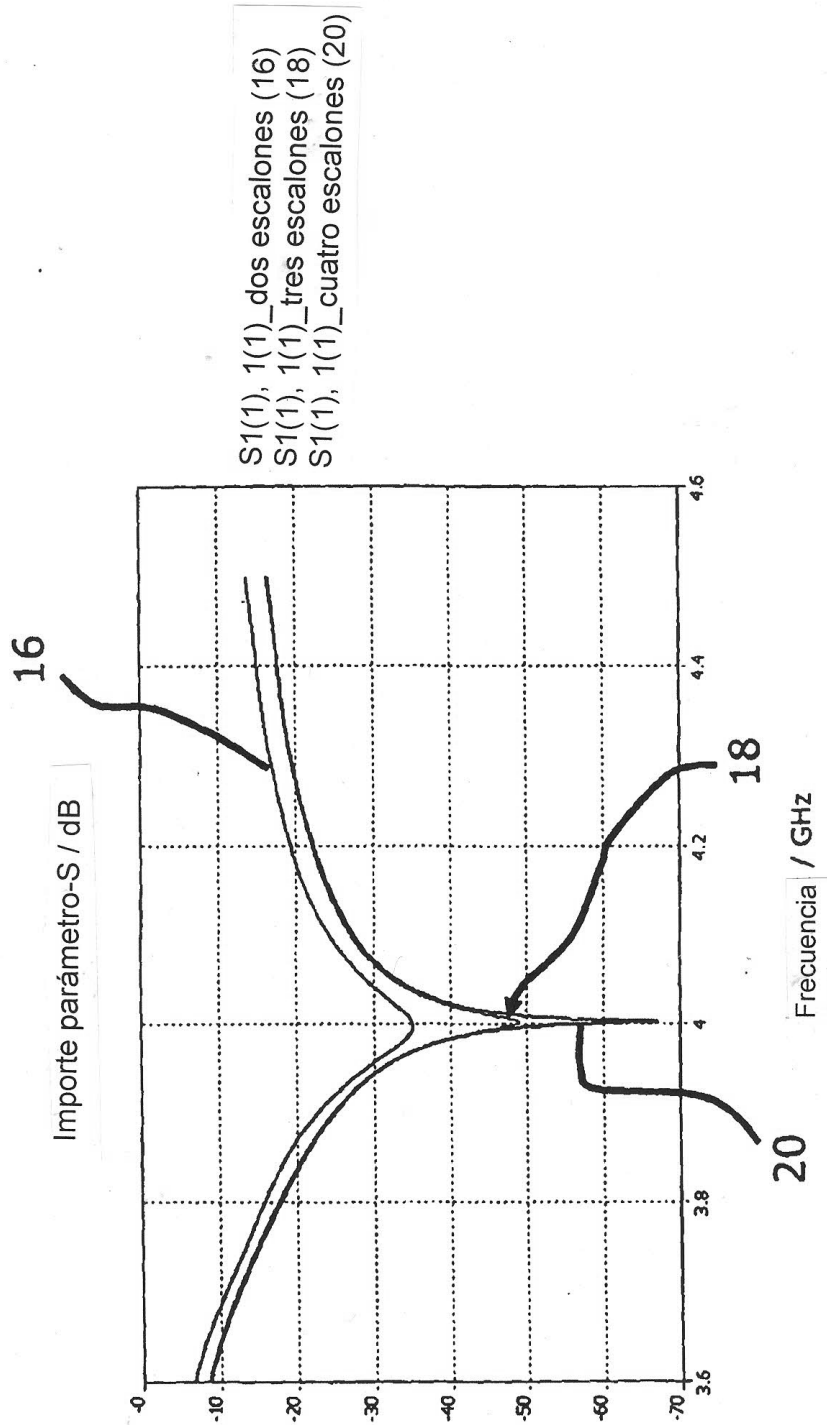


Fig. 2 D

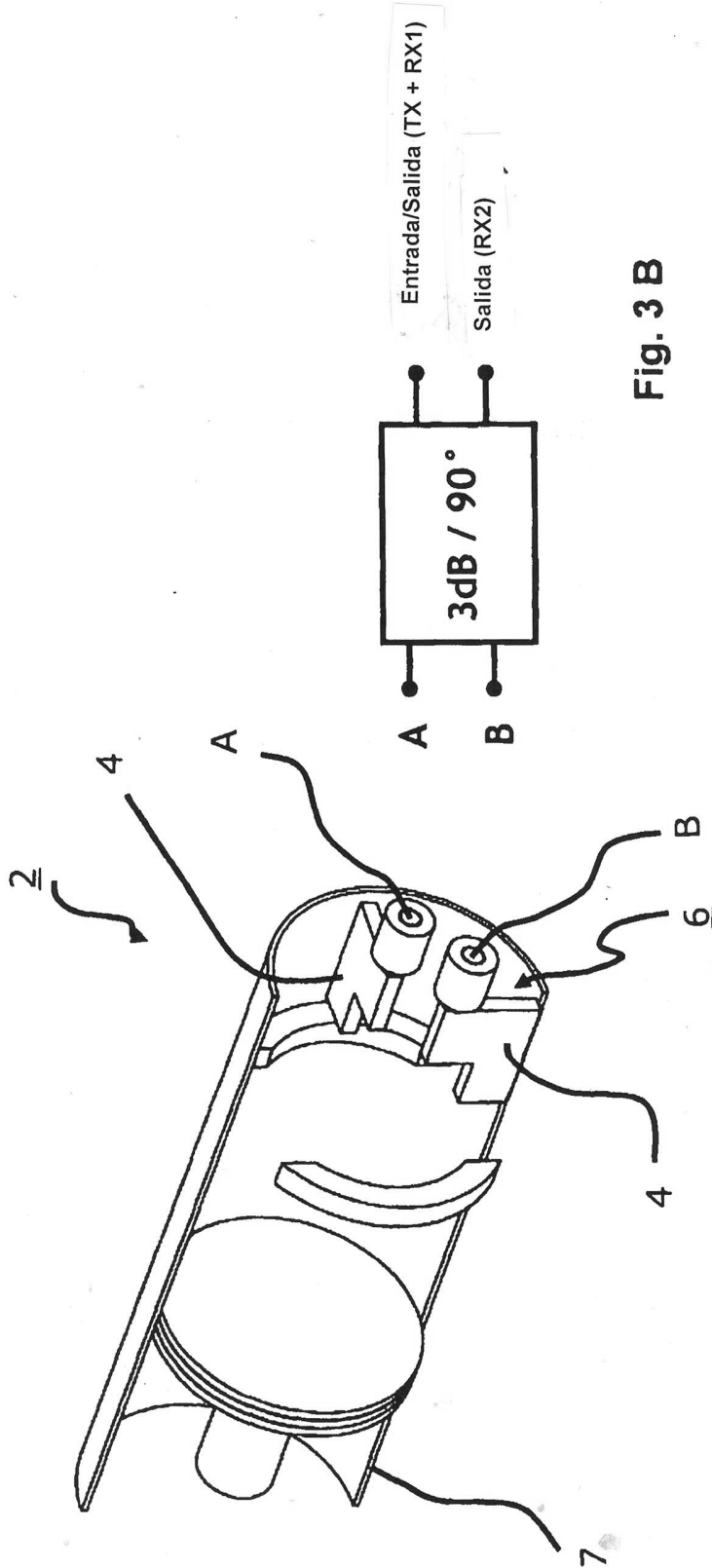


Fig. 3 B

Fig. 3 A

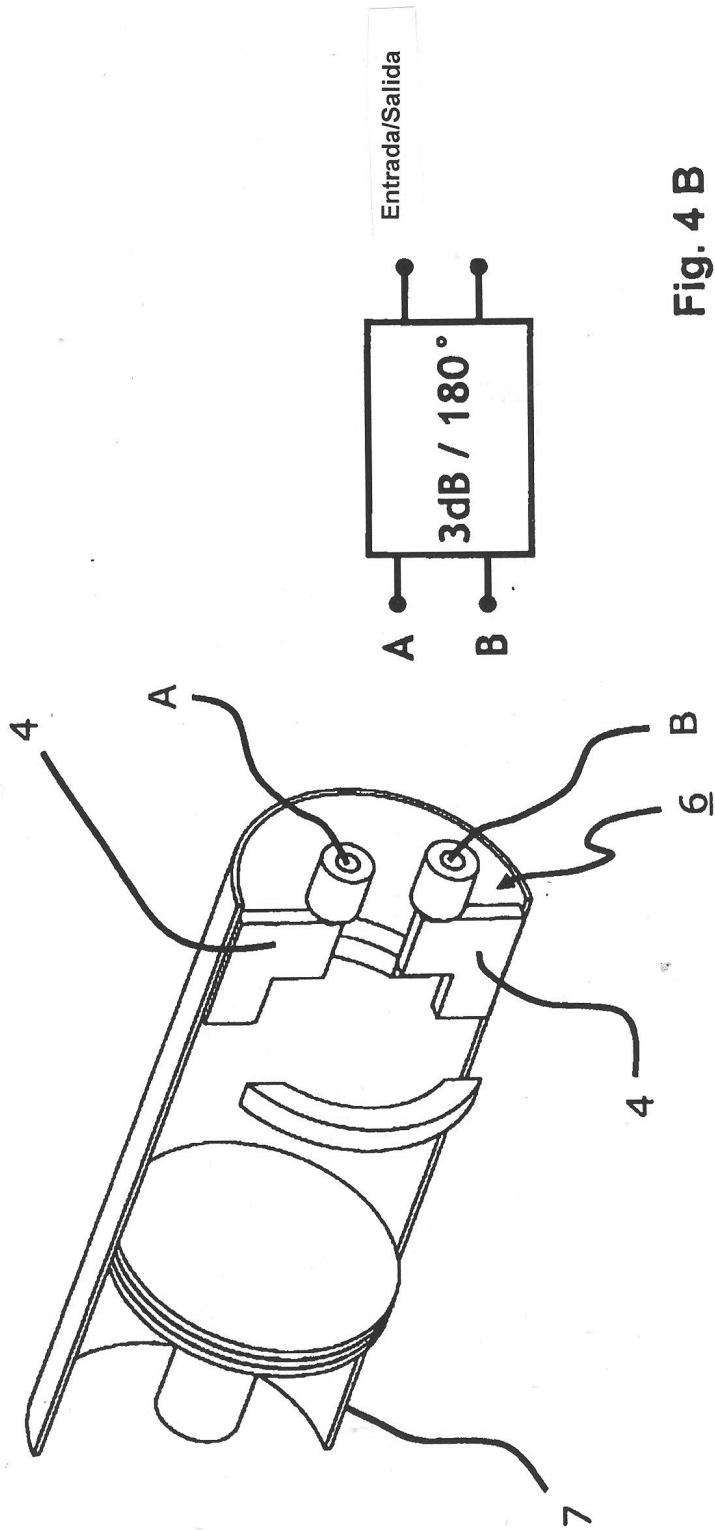


Fig. 4 B

Fig. 4 A

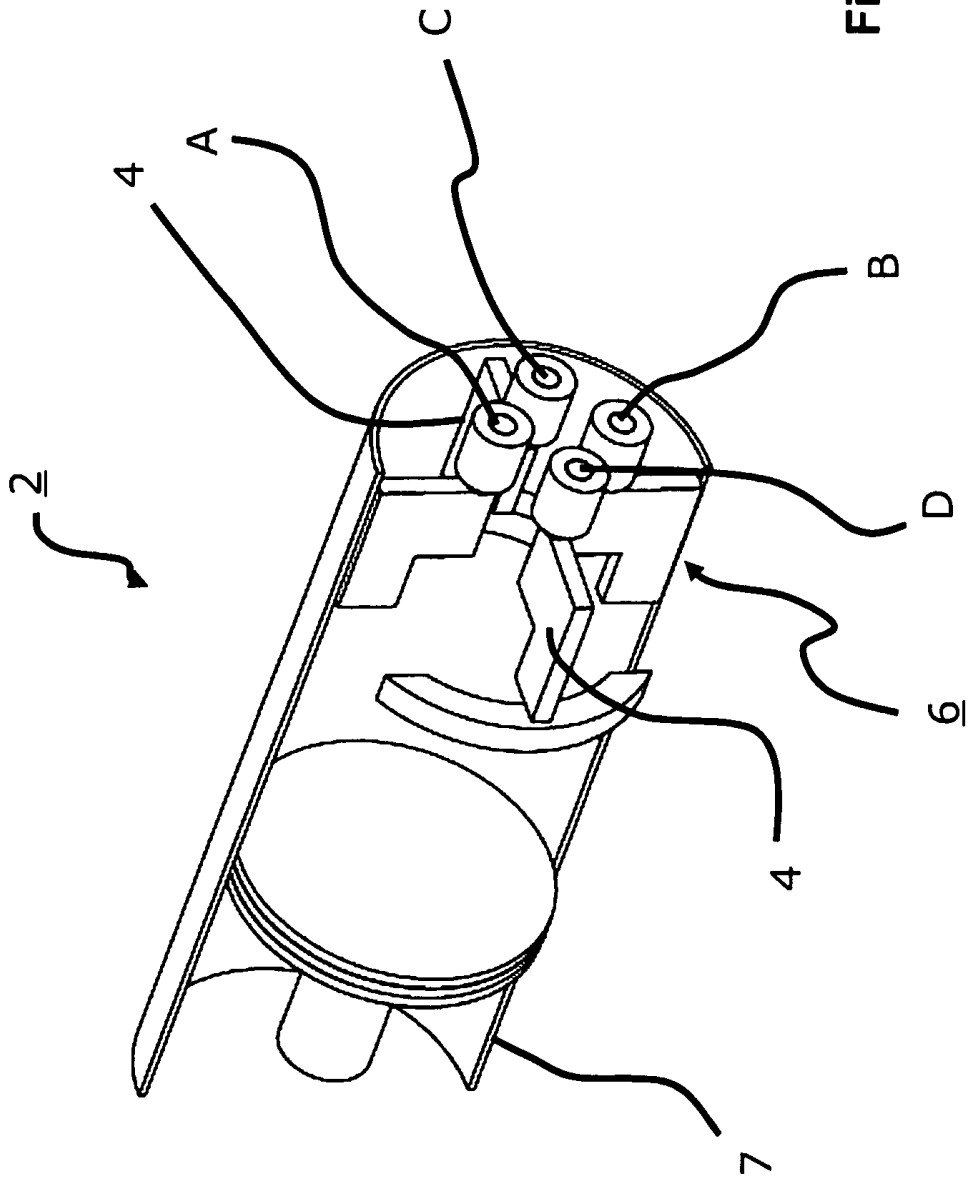


Fig. 5 A

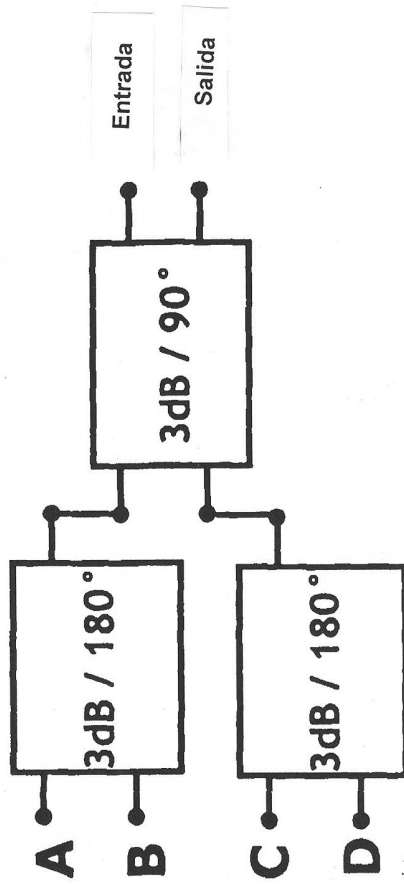


Fig. 5 C

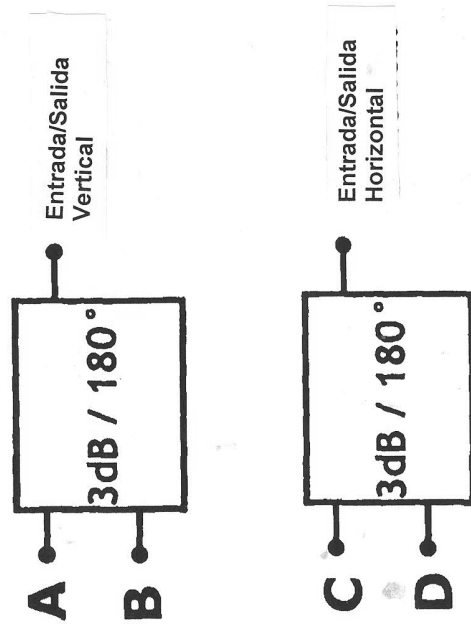


Fig. 5 B



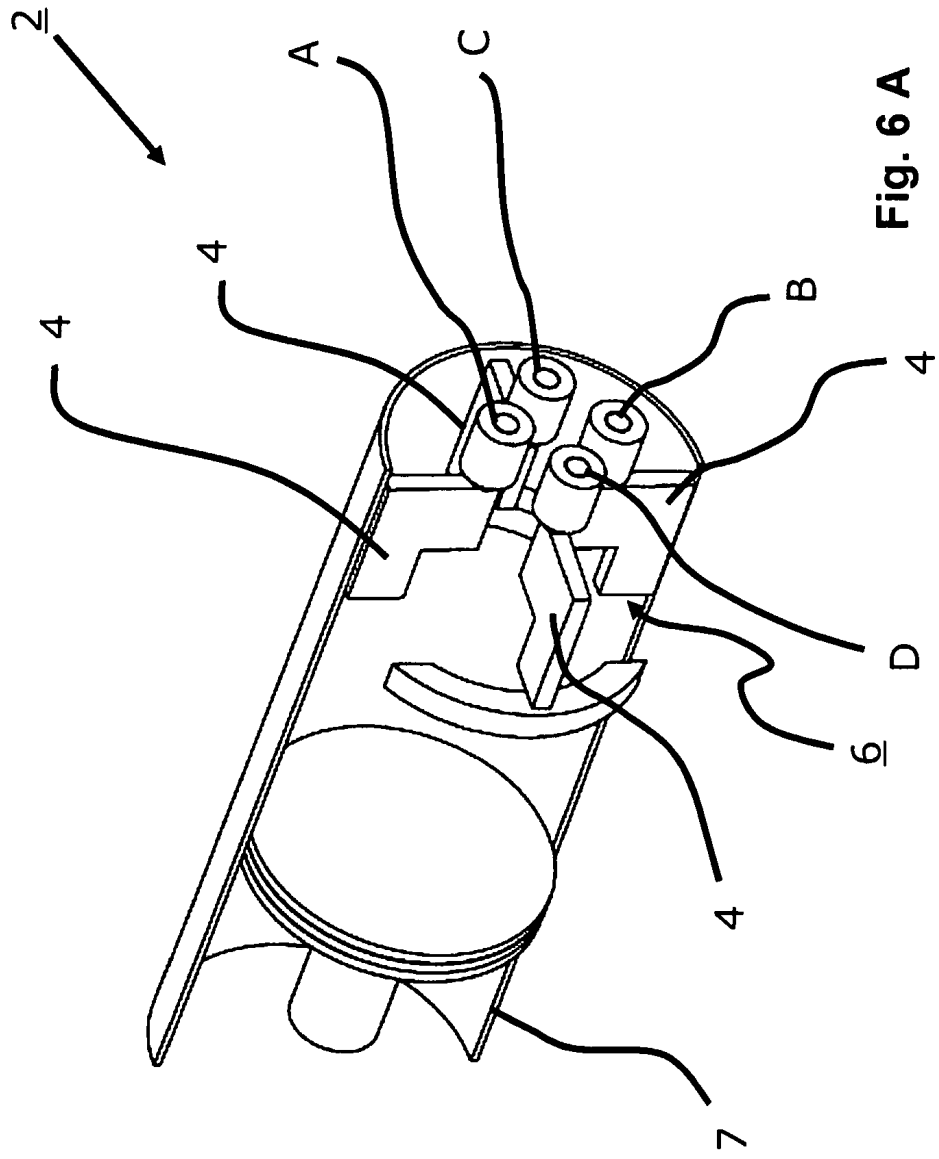


Fig. 6 A

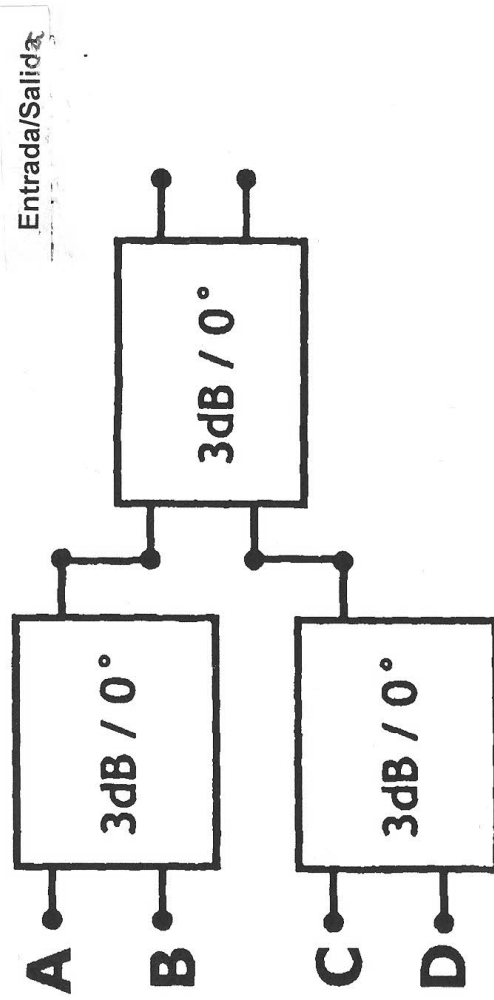


Fig. 6 B

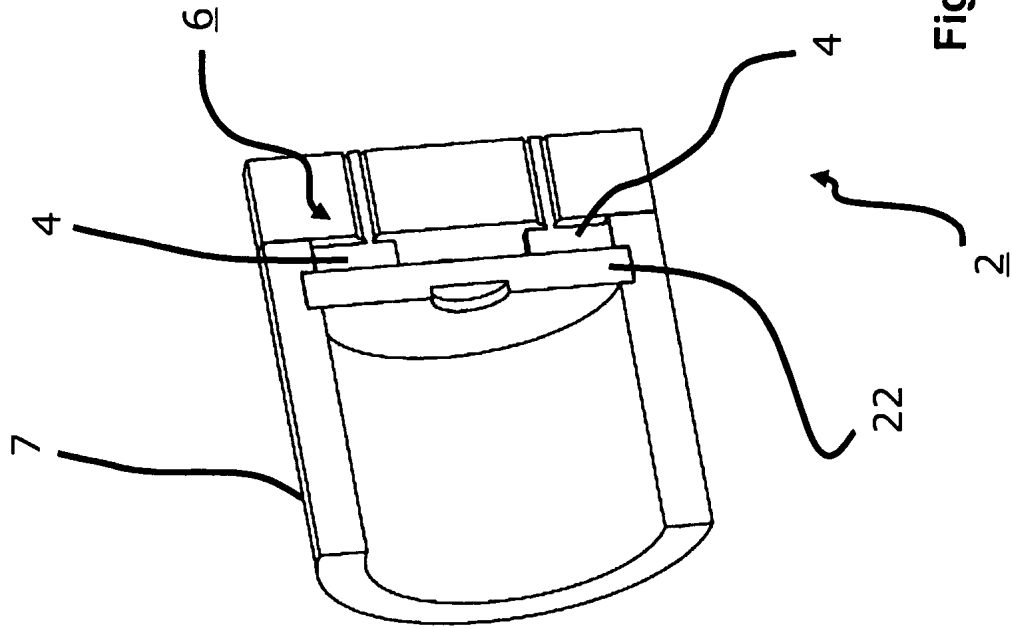


Fig. 7 A

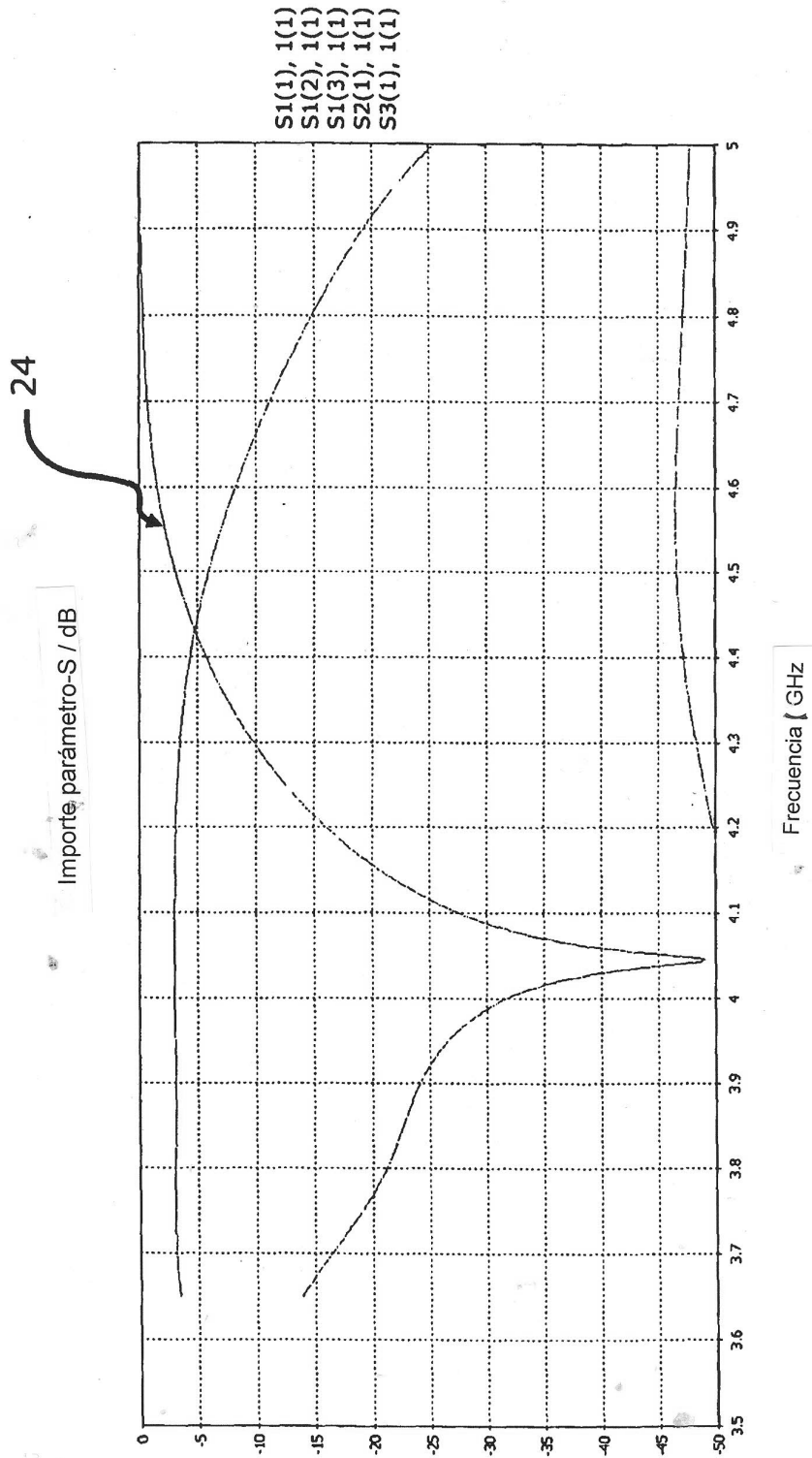


Fig. 7 B

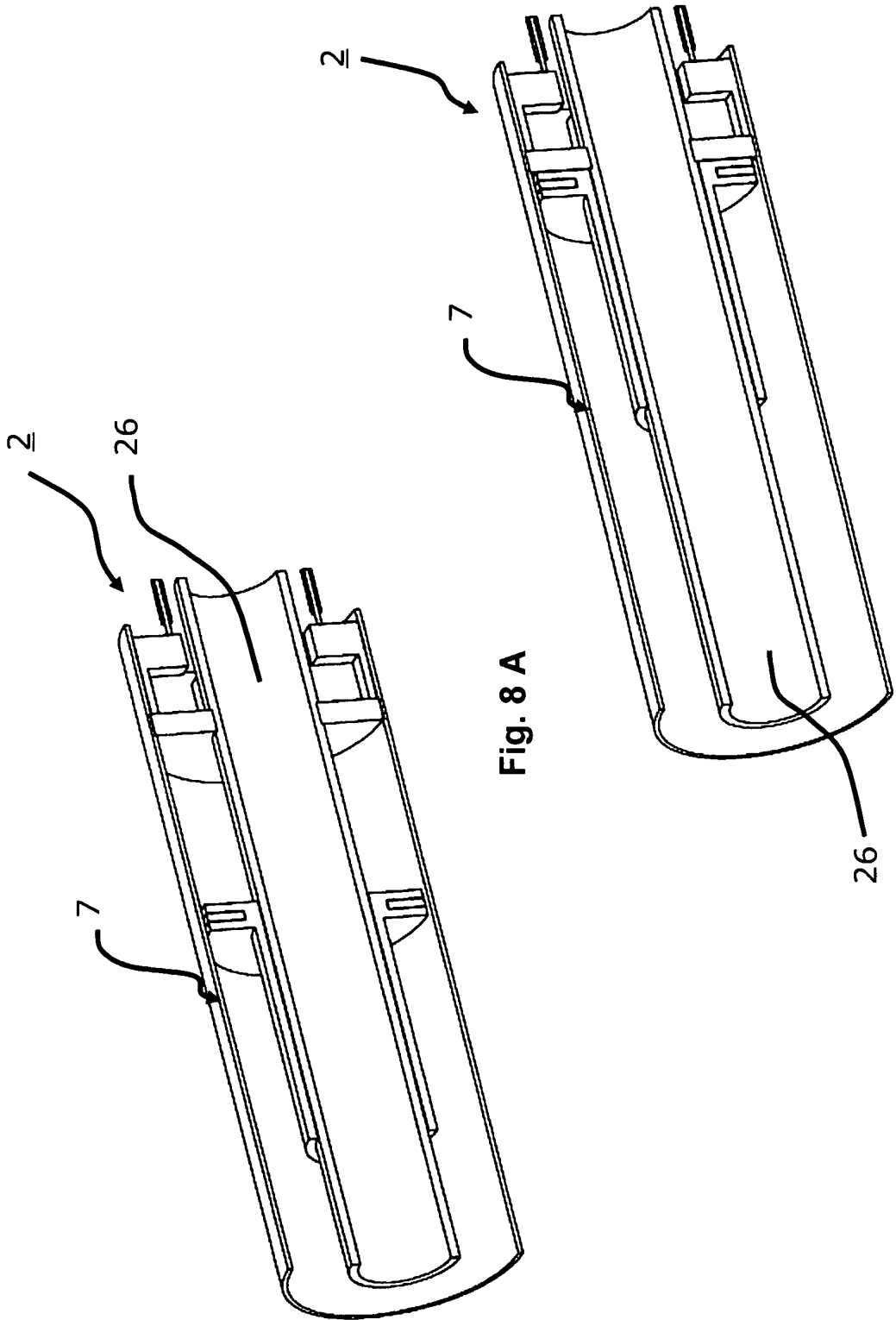


Fig. 8 B

28

Importe parámetro-S / dB

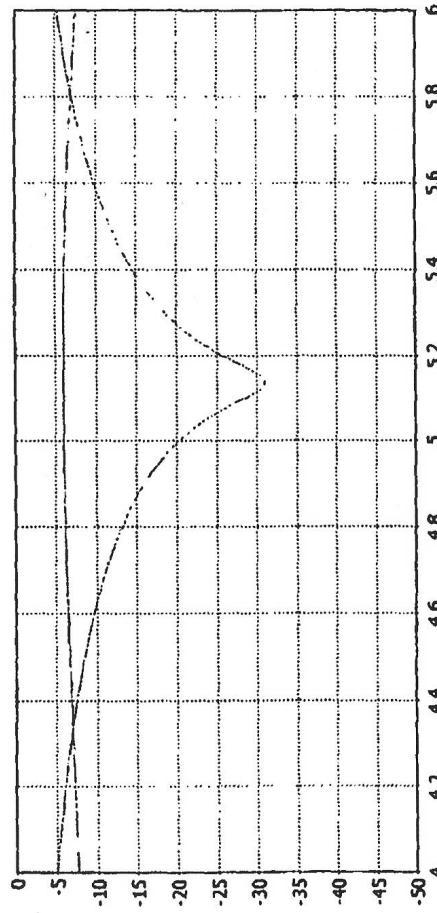


Fig. 8 C

30



Importe Parámetro-S/dB

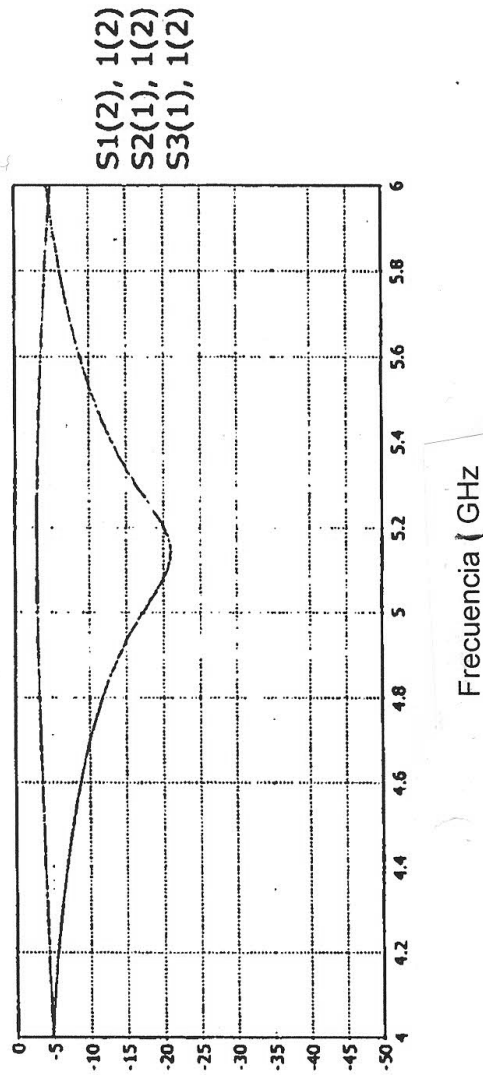


Fig. 8 D

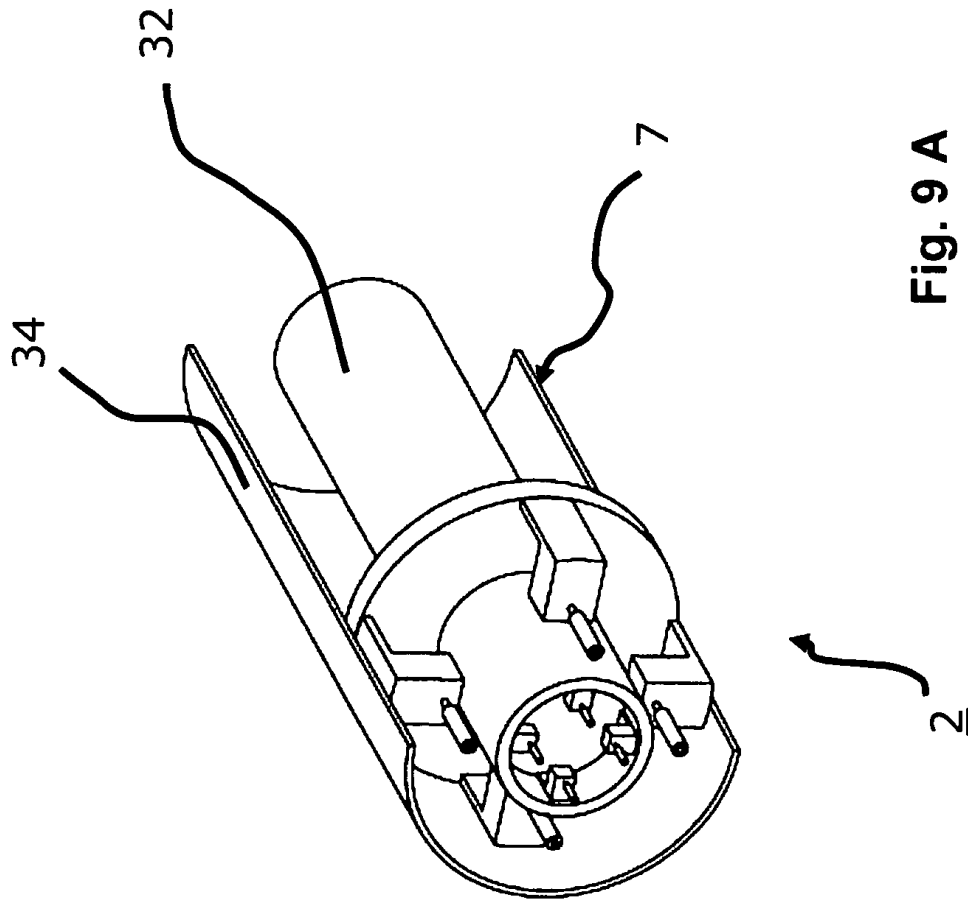


Fig. 9 A



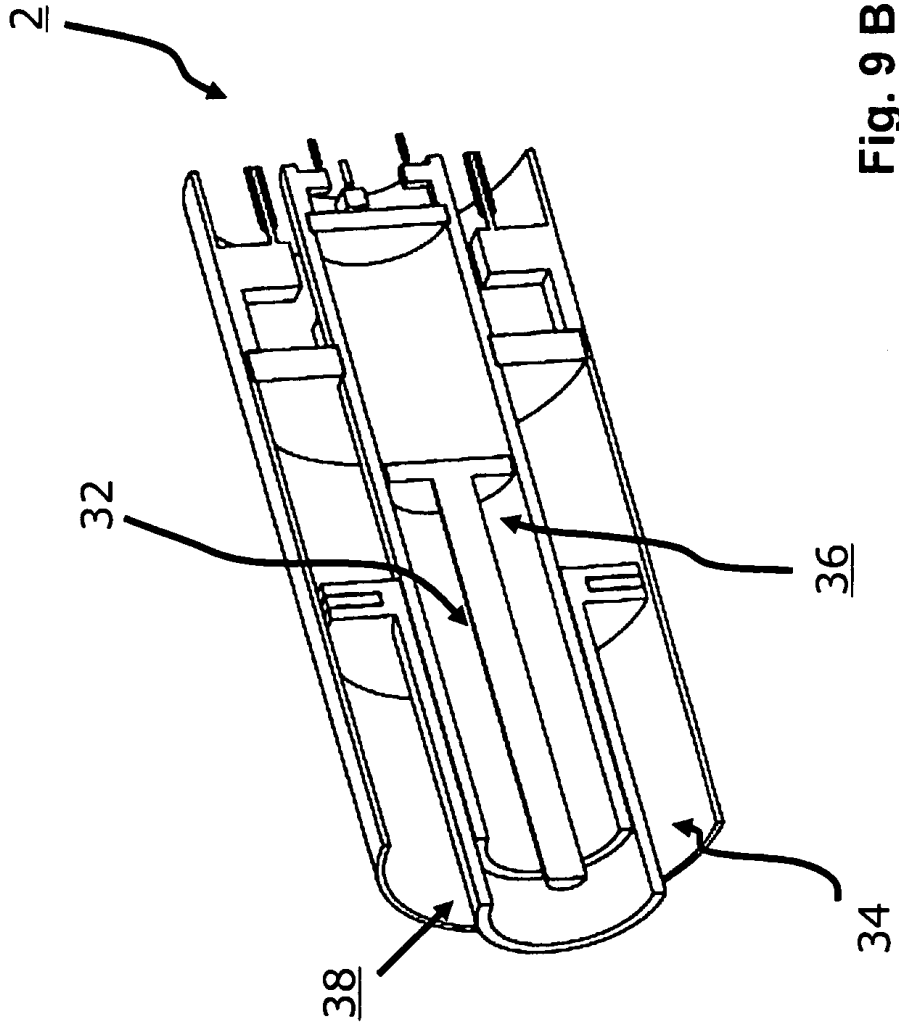
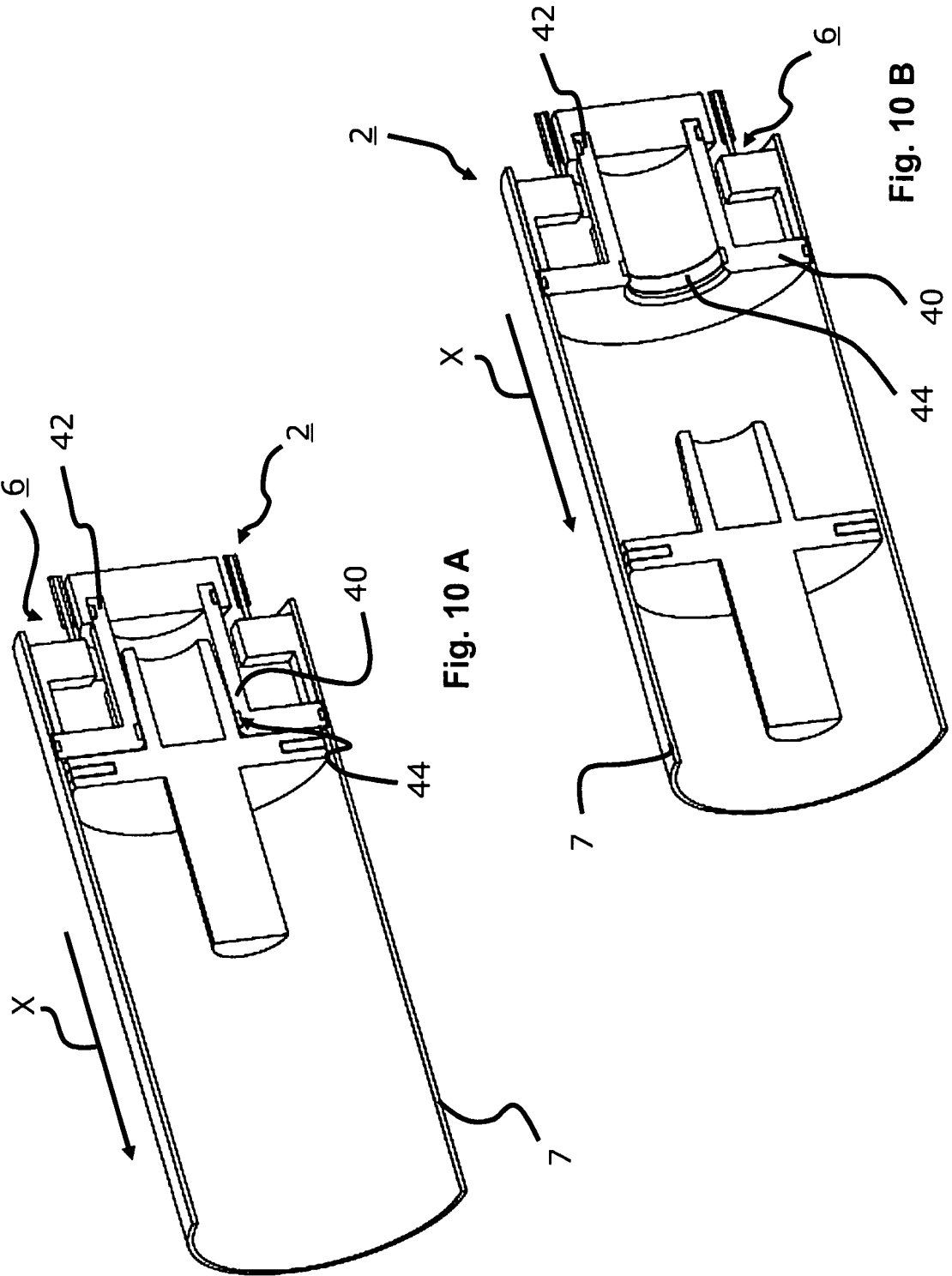
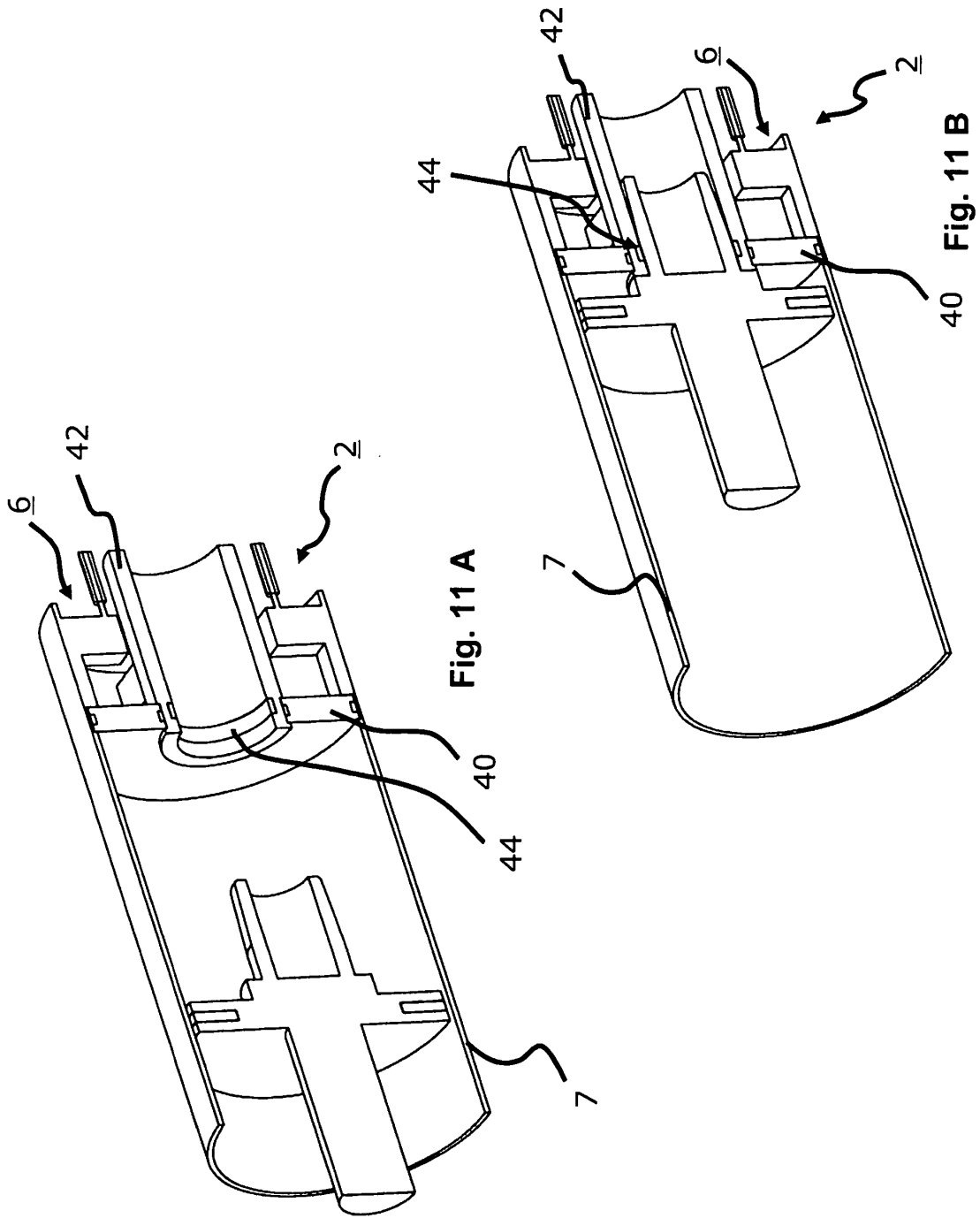


Fig. 9 B





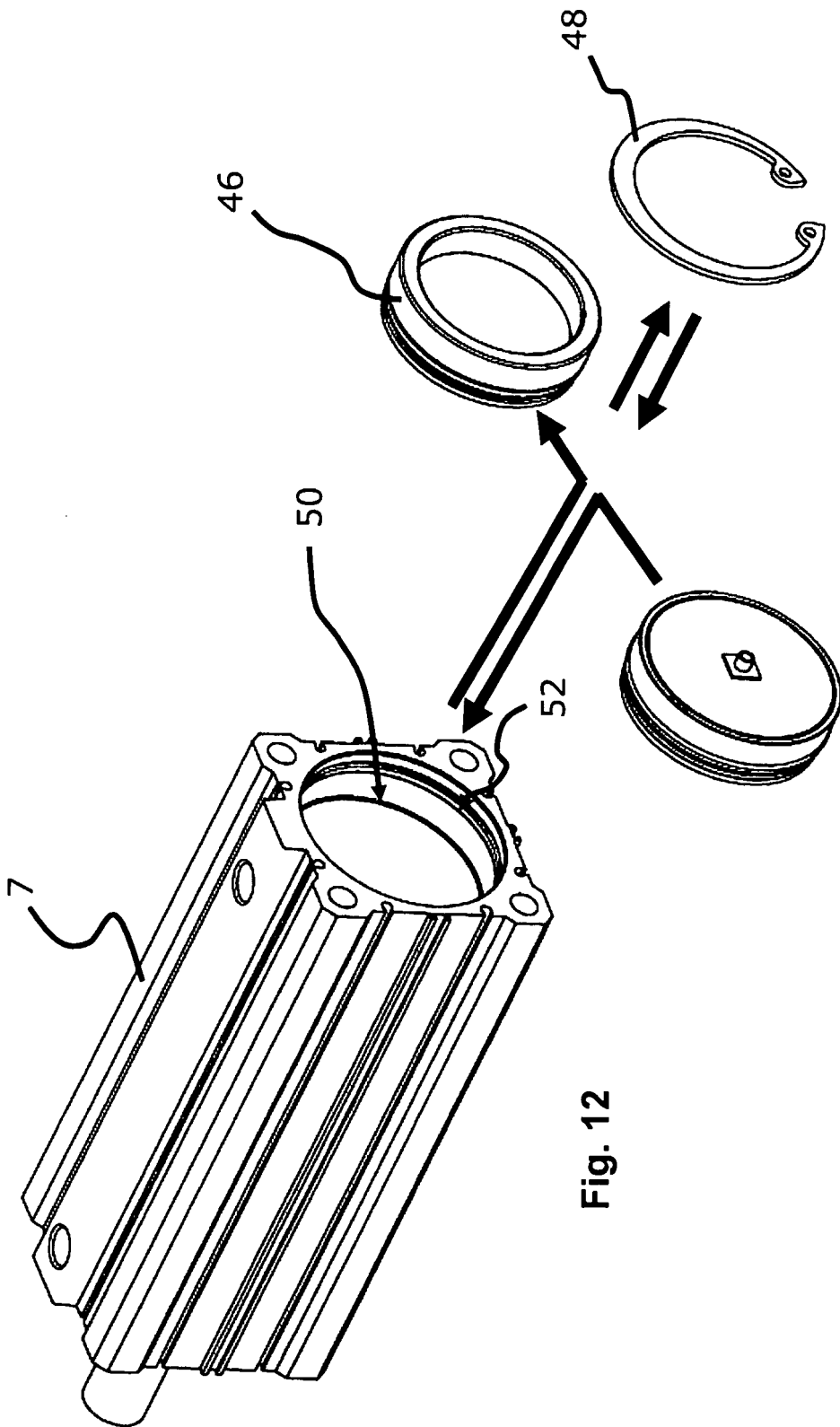
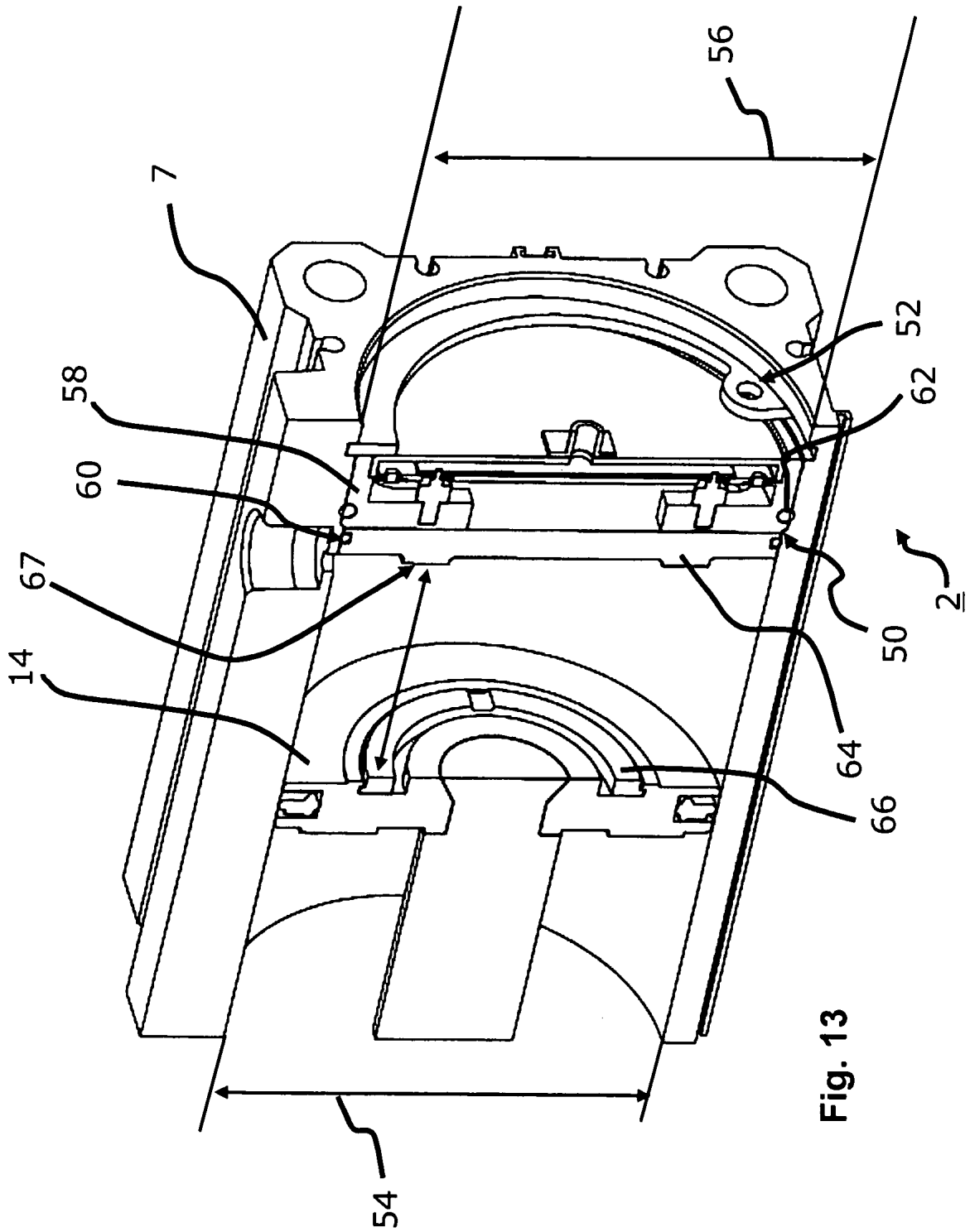


Fig. 12



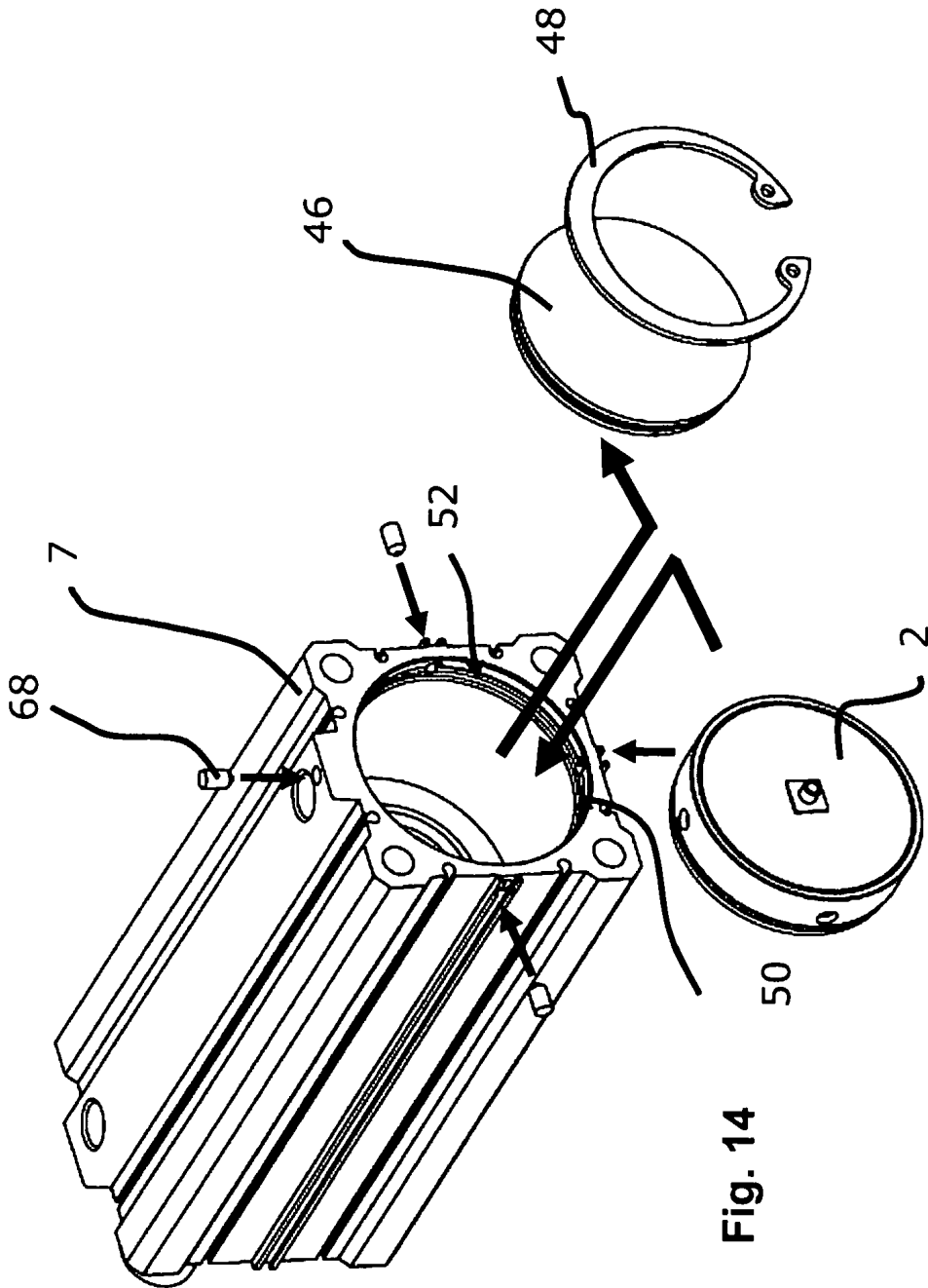


Fig. 14

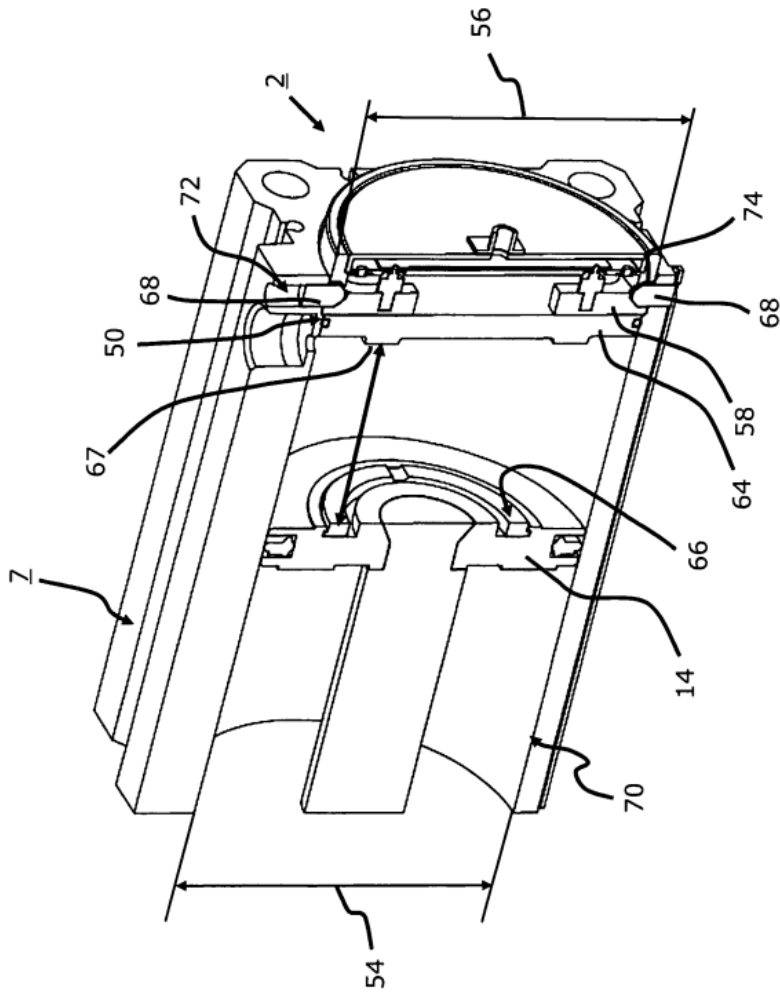


Fig. 15

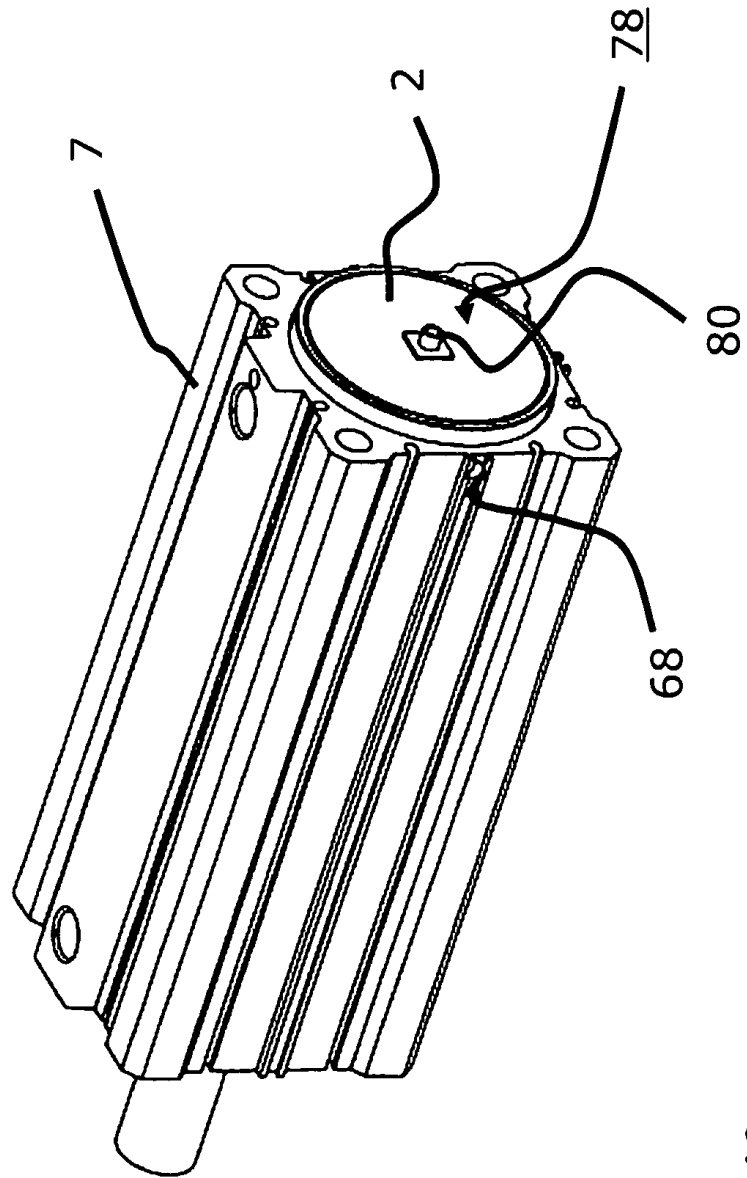


Fig. 16



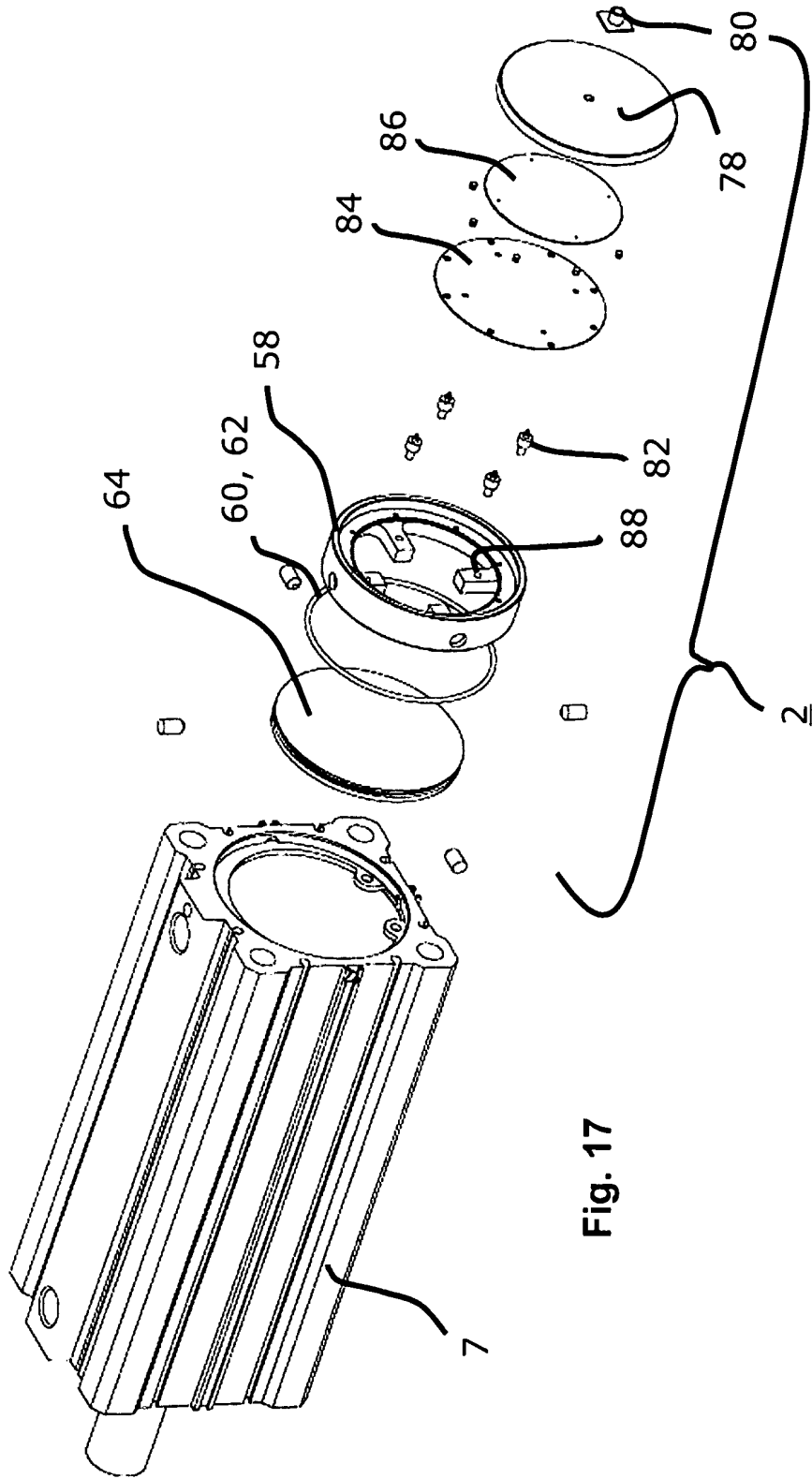


Fig. 17