

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 877 554**

51 Int. Cl.:

B08B 9/055 (2006.01)

F16L 55/26 (2006.01)

G01M 3/00 (2006.01)

B60L 7/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2014** **PCT/EP2014/001830**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015** **WO15003783**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2014** **E 14744457 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.04.2021** **EP 3019285**

54 Título: **Rascatubos para la limpieza y/o la inspección de tubos**

30 Prioridad:

12.07.2013 DE 102013011626

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

17.11.2021

73 Titular/es:

ROSEN SWISS AG (100.0%)
Obere Spichermatt 14
6370 Stans, CH

72 Inventor/es:

DANILOV, ANDREY y
BEUKER, THOMAS

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 877 554 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

Rascatubos para la limpieza y/o la inspección de tubos

- 5 (0001) La invención presente hace referencia a un rascatubos para conducirlo por un tubo alargado, preferiblemente, un gasoducto, y el rascatubos presenta, al menos, una unidad de función para limpiar el tubo y/o para recoger informaciones del tubo, así como una multitud de imanes. Las informaciones del tubo pueden ser, por ejemplo, informaciones sobre la posición de facturas, lugares de corrosión, deformaciones (de la pared) del tubo o diámetros (de la pared) del tubo.
- 10 (0002) En el estado de la técnica según el documento EP 1 828 764 B1 se conoce un rascatubos que presenta una unidad de función para recoger informaciones del tubo para la identificación de defectos en la pared del tubo. Para ello, el rascatubos presenta una multitud de imanes que magnetizan la pared del tubo en una zona que pueden detectar los sensores. Es desventajoso en los rascatubos que se mueven pasivamente el hecho de que los
- 15 mismos, dependiendo del medio de accionamiento y de la fricción que surge en el tubo, pueden tener una rapidez distinta por el recorrido. En el tubo aumenta la fricción, por ejemplo, en estrechamientos de secciones transversales del tubo, de manera que su velocidad se reduce. Como consecuencia, en especial, en gasoductos aumenta la presión detrás del rascatubos, la cual acelera enormemente al rascatubos en el momento de superarse la resistencia a la fricción. Esto conlleva una peor calidad de datos durante la medición, e incluso conlleva un fallo
- 20 en la medición de la zona, la cual recorre el rascatubos por encima de una velocidad crítica de, por ejemplo, 5 m/s.
- (0003) Un rascatubos según el concepto general de la reivindicación 1 es conocido por el documento WO 03/078887 A1, en el cual un módulo de varios módulos del rascatubos comprende una rueda presionada contra la pared del gasoducto con la ayuda de miembros de resorte, para un contacto rodante. Esta rueda puede ser
- 25 accionada mediante un dispositivo de giro o, también alternativamente, puede ser frenada mediante medios hidráulicos, mecánicos, magnéticos o eléctricos para el control de la velocidad del módulo tractor
- (0004) Es el objetivo de la invención presente poder controlar mejor la velocidad de un rascatubos que se emplea en tubos, preferiblemente, en gasoductos.
- 30 (0005) El objetivo se cumple mediante un objeto según la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas de la invención se deben extraer de las reivindicaciones a las que se hace referencia aquí, así como de la siguiente descripción.
- 35 (0006) Conforme a la invención está previsto que el rascatubos presente una unidad de freno de corrientes parásitas conformada por los imanes, al menos. Esta unidad de freno de corrientes parásitas, que puede estar conformada como parte de un rascatubos ya existente hasta el momento, o que, adicionalmente, puede estar conformada como unidad de freno acoplada a un rascatubos ya existente, pone a disposición del rascatubos un freno libre de desgaste, que aprovecha adecuadamente el efecto recíproco de los campos magnéticos creados a
- 40 causa de corrientes parásitas en una pared del tubo, con los imanes del rascatubos para crear una fuerza de frenado y para el control de la velocidad.
- (0007) Mediante el efecto recíproco de los imanes con campos magnéticos en la pared del tubo, a causa de la corriente parásita o inducidos por corrientes parásitas, se crea una fuerza de frenado dependiente de la velocidad, mediante la cual se evita que el rascatubos alcance una velocidad inaceptable para una limpieza o para la recogida
- 45 de datos de medición. Para la situación previamente descrita, con una resistencia a la fricción aumentada, por ejemplo, a causa de una soldadura, al superarse la resistencia a la fricción con un rascatubos conforme a la invención resulta una velocidad menor, habida cuenta que la fuerza de frenado que surge de la unidad de freno de la corriente parásita aumenta con la velocidad que va en aumento. Al contrario, la fuerza de frenado cae hasta "0", cuando la velocidad se reduce a "0".
- 50 (0008) La unidad de freno de corriente parásita se conforma mediante los imanes, al menos, en el sentido de que la misma presenta normalmente también otros elementos, como, por ejemplo, medios de sujeción, a través de los cuales los imanes son mantenidos en una posición determinada o a través de los cuales la unidad de freno de corrientes parásitas está unida a otros segmentos del rascatubos.
- 55 (0009) En comparación con los imanes conocidos por el estado de la técnica, que se emplean para la magnetización previa de la pared del tubo o de la pared de los tubos y para la recogida de informaciones del tubo, las fuerzas creadas por una unidad de freno de corriente parásita son mayores, al menos, en el factor 5, preferiblemente en el factor 10. Sólo de este modo se puede conseguir un efecto suficiente con el objetivo de mantener la velocidad del rascatubos dentro de los ámbitos deseados o, al menos, lo más posible dentro de los ámbitos deseados.
- 60 (0010) Especialmente, los imanes de la unidad de freno de corrientes parásitas están diseñados de tal modo que las fuerzas de freno de corrientes parásitas creadas por la unidad de freno de corrientes parásitas son mayores que los aumentos de fuerza de fricción, que normalmente surgen o se esperan en un conducto del tubo, por ejemplo, a causa de soldaduras, abolladuras o similares. En efecto, para conducir el rascatubos y para conseguir la velocidad de la corriente del medio de tubo es necesaria una presión mayor detrás del rascatubos conforme a la
- 65

invención. En efecto, si el rascatubos topa con un obstáculo, por ejemplo, una soldadura en el conducto del tubo, y se reduce mediante esto la velocidad, se reduce la fuerza de frenado que surge de la unidad de freno de la corriente parásita, lo cual contrarresta la reducción de la velocidad. El rascatubos se mueve así de igual modo, lo cual es ventajoso para los procesos de limpieza o los procesos de recogida de datos. En el caso ideal y de funcionamiento deseado, cuando las fuerzas de frenado de la unidad de freno de corrientes parásitas son mayores en la velocidad de medición que los aumentos de fricción o de fuerzas de frenado ejercidas por posibles obstáculos del tubo, se pueden superar los obstáculos mediante la fuerza de frenado del rascatubos, dependiente de la velocidad, sin tener que detenerse, y así se pueden evitar velocidades demasiado altas a causa de la presión del gas que se forman detrás del rascatubos al detenerse.

(0011) Después de superarse los obstáculos, la presión que se forma adicionalmente, y el aumento de velocidad que esto conlleva, se captan mediante el aumento de la fuerza de frenado a causa de la unidad de freno de corrientes parásitas, de forma que la velocidad máxima no supera o sólo supera un poco el valor límite dado para la medición o la limpieza.

(0012) Mientras que, en el estado de la técnica, los imanes usados a menudo se emplean para llevar las zonas anchas de la pared del tubo a la zona de saturación magnética, es objetivo, en la construcción de la unidad de freno de corrientes parásitas, el evitar lo más posible las zonas saturadas y el conseguir un máximo de densidad de flujo (magnética) vertical con respecto a la superficie interior del tubo en un ámbito lo más amplio posible. La formación de corrientes parásitas con el efecto deseado se lleva a cabo, especialmente, mediante un flujo magnético vertical con respecto a la superficie del tubo del lado interior del tubo y que se prolonga en su pared. Para esto, los imanes están dispuestos en dirección longitudinal del rascatubos, es decir, en una dirección que se corresponde con una dirección longitudinal del conducto del tubo con polaridades que van alternándose unas tras otras, para así aumentar la zona con un flujo magnético que se prolonga verticalmente con respecto a la superficie del tubo del lado interior y para reducir la influencia de la saturación.

(0013) Especialmente, los imanes están dispuestos de tal modo que la orientación del polo sur hacia el polo norte se prolonga paralelo con respecto a la dirección longitudinal del rascatubos. Las unidades de freno de corrientes parásitas efectivas están provistas en dirección longitudinal del rascatubos, preferiblemente, con al menos, tres imanes dispuestos unos tras otros con orientaciones opuestas, es decir, con polaridades alternantes. De un modo mejorado, se trata de, al menos, cuatro, cinco o seis imanes dispuestos unos tras otros. El número de los imanes depende de la fuerza de frenado deseada y la flexibilidad del rascatubos.

(0014) Mientras que los imanes pueden estar orientados también verticalmente con respecto al eje longitudinal del rascatubos, para crear directamente un campo magnético dirigido hacia el mismo verticalmente, dirigido hacia dentro de la pared del tubo, los imanes dirigidos, especialmente, en dirección longitudinal, y con ello, paralelamente con respecto al eje intermedio longitudinal del rascatubos están equipados, al menos, con un elemento de unión permeable, magnético que, preferiblemente, une a dos imanes entre sí. Semejante elemento de unión sirve para el empaquetado y/o la preparación de las líneas del campo en la pared del conducto del tubo y se ha de posicionar con un eje longitudinal, que se prolonga en la dirección de su extensión más larga, especialmente, verticalmente con respecto a la pared del conducto del tubo, y preferiblemente, muy cercana a la misma. El elemento de unión puede estar conformado de una pieza o de varias piezas, por ejemplo, a partir de una serie de varillas o placas que están unas en contacto con las otras.

(0015) Es especialmente ventajosa una configuración con, en total, al menos, 4 elementos de unión magnéticos, que tienen respectivamente un imán entre los mismos, de manera que la construcción forma, al menos, tres círculos magnéticos dispuestos uno tras otro en dirección de la conducción, es decir, recorridos cerrados el flujo magnético. Los recorridos cerrados se prolongan a través de los elementos de unión, de los imanes permanentes o electromagnéticos, de la pared del tubo, y de posibles ranuras entre los elementos individuales.

(0016) Mediante la unidad de freno de corriente parásita conforme a la invención se crean corrientes parásitas, preferiblemente, en la pared del tubo en dirección del perímetro alrededor del rascatubos, con cuya ayuda se pueden conseguir fuerzas de frenados mejoradas, es decir, fuerzas de frenados de corrientes parásitas. Las fuerzas de frenado posibles son aún mayores cuando los imanes están dispuestos unos tras otros alternadamente, y especialmente, también cuando están unidas a piezas de unión permeables, de manera que se crean una multitud de corrientes parásitas que fluyen en dirección contraria de forma alternante.

(0017) Para crear densidades de flujo alternantes lo más elevadas posibles en la pared del tubo y aquí, verticales con respecto a la superficie interior del tubo, y al mismo tiempo, para optimizar la unidad de freno de corrientes parásitas bajo el aspecto de la flexibilidad en el tubo, la extensión de los imanes de un extremo del polo al otro extremo del polo es menor que la extensión de los imanes transversalmente con respecto a los mismos. Los imanes son plano. Y ello, preferiblemente, en dirección longitudinal del eje longitudinal del rascatubos. Con elementos de unión igualmente planos, es decir, magnéticos permeables, cortos en dirección del eje intermedio longitudinal se pueden crear correspondientemente flujos elevados en el tubo, que se dirigen en direcciones opuestas. En dirección vertical con respecto a la superficie interior del tubo, y así también, vertical con respecto al eje longitudinal del rascatubos, la extensión de los elementos de unión puede ser preferiblemente mayor que en la dirección trasversal con respecto al mismo.

(0018) La combinación de un imán con, al menos, un elemento de unión magnético permeable, o bien, también con dos elementos de unión magnéticos permeable, respectivamente a un lado conlleva la conformación de un yugo de imán, es decir, una combinación de un material magnético permeable con un imán permanente o electromagnético. El mismo elemento de unión puede ser al mismo tiempo parte de dos yugos de imán contiguos. Correspondientemente, el orden de los imanes junto con los elementos de unión también puede ser designado como orden de, especialmente, cinco yugos de imanes unidos entre sí.

(0019) Los yugos de imanes individuales pueden estar dispuestos en dirección longitudinal directamente unos detrás de otros. Para mejorar la flexibilidad y la adaptabilidad en los lugares dañados en el tubo, observado desde la dirección longitudinal, los yugos individuales pueden estar dispuestos también de forma flexible unos junto a otros o de forma que se pueden mover unos hacia otros.

(0020) El elemento de unión magnético permeable tiene especialmente forma de placa o vástago o está conformado como multitud de vástagos.

(0021) Para una construcción más sencilla de la herramienta hay dispuestos varios imanes sobre una unidad portadora. Estos están, especialmente, unos tras otros en dirección longitudinal. La conformación de campos de corrientes parásitas en el tubo queda mejorada, además, cuando hay dispuestas, en la dirección del perímetro del rascatubos, varias unidades portadoras, unas junto a otras. De este modo, es posible que una unidad de freno de corriente parásita presente imanes con respecto a un eje intermedio longitudinal del rascatubos, solamente sobre un lado del eje. Para conformar corrientes parásitas que circulan completamente en dirección del perímetro es, sin embargo, ventajoso cuando, por ejemplo, también hay dispuestos imanes en el lado opuesto, que están entonces en dirección del perímetro junto a los otros imanes.

(0022) Preferiblemente, existe una multitud de unidades portadoras que se encuentran en dirección del perímetro unas junto a otras, especialmente, más de tres, de manera que en el marco del espacio de construcción que está a disposición la unidad de freno de corrientes parásitas está provista de imanes en la dirección del perímetro de forma continua, y correspondientemente, se consigue una conformación óptima de corrientes parásitas que circulan alrededor del rascatubos. Especialmente, las unidades portadoras están dispuestas con forma de simetría de rotación en dirección del perímetro con ranuras lo más pequeñas posibles.

(0023) Preferiblemente, el rascatubos presenta, al menos, un distanciador a través del cual los imanes se pueden posicionar distanciados de la pared. En una multitud de unidades portadoras, el distanciador puede encargarse de forma centralizada de todas las unidades portadoras. Especialmente, sin embargo, cada unidad portadora está asociada, al menos, a un distanciador. De forma aún más ventajosa, cada unidad portadora presenta en dirección longitudinal en su inicio y en su extremo final, al menos, respectivamente, un distanciador. El distanciador está incorporado en el portador del imán o puede ser parte del mismo.

(0024) En el uso de distanciadores que reducen la fricción mecánica en el lado interior del tubo como, por ejemplo, patines o ruedas, la unidad de freno de corriente parásita puede concebirse de forma más adecuada e independientemente de las fuerzas de fricción mecánicas. Lo mismo es válido también para las unidades portadoras.

(0025) El rascatubos conforme a la invención, con una unidad de freno de corriente parásita, es especialmente adaptable de forma mejorada en respectivas situaciones del conducto del tubo, cuando el distanciador es variable de tal modo que, proyectado a una superficie vertical con respecto al eje longitudinal del rascatubos, el distanciador se puede posicionar en relación con los imanes. Gracias a ello, la distancia de los imanes se puede ajustar por la pared del tubo. Según cada velocidad máxima que se da en el tubo, se puede adaptar la fuerza de frenado ejercida por la unidad de freno de corriente parásita.

(0026) Para la fuerza de freno de corriente parásita es válido

$$F_{\text{freno}} = \int_V (\sigma \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B} dV,$$

de manera que σ es la conductibilidad eléctrica del tubo, $\mathbf{v}$ es la velocidad del rascatubos y $\mathbf{B}$ es la densidad de flujo magnética en el tubo magnetizado. La densidad de la corriente parásita $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{v} \times \mathbf{B}$.

(0027) Preferiblemente, la unidad de freno de corriente parásita como un grupo constructivo propio del rascatubos está unida, especialmente, a través de una articulación a la unidad de función. Sin embargo, también puede estar equipada parcialmente de sensores para la recogida de datos del tubo, y así, representa una unidad de freno de corriente parásita y una unidad de función combinada.

(0028) Siempre que $F_{\text{freno}}(v_1)$ se conozca para un diámetro de tubo D_1 en un movimiento de avance libre de obstáculos, sin estrechamiento de la sección transversal, y con una velocidad de rascatubos V_1 , se ha demostrado en una multitud de amplias simulaciones que la fuerza de frenado para las configuraciones con unidades

portadoras idénticas para distintos diámetros de tubos $D_{\text{Gasoducto}}$, preferiblemente, se puede determinar como sigue.

$$F_{\text{Freno}}(D_{\text{Gasoducto}}, v_1) = F_{\text{Freno}}(v_1) * D_{\text{Gasoducto}} / D_1$$

(0029) Preferiblemente, a una velocidad v_1 del rascatubos de 2m/s para la fuerza de frenado F_{Freno} resulta una estimación inferior según la siguiente aproximación:

$$F_{\text{Freno}} = m * D_{\text{Gasoducto}},$$

en la cual $D_{\text{Gasoducto}}$ = diámetro del tubo en metros, $m = 7.000 \text{ N/m}$

(0030) Esto da como resultado, especialmente, para tubos de hasta un diámetro de 0.80 m una configuración ventajosa, para diámetros mayores, la estimación inferior es más bien más elevada, habida cuenta que las fuerzas de frenado también son mayores y, a causa de flexiones mayores se pueden usar unidades portadoras más largas.

(0031) Los distanciadores pueden estar conformados, preferiblemente, como rodillos dispuestos en la unidad portadora, sobre los cuales la unidad portadora se puede apoyar en una pared del tubo reduciendo la fricción. Sin embargo, aquí se puede tratar también de patines, copas y otros distanciadores.

(0032) Las unidades portadoras están alojadas de forma móvil, preferiblemente, en dirección transversal con respecto al eje longitudinal del rascatubos, para pasar mejor por encima o a través de las irregularidades y las abolladuras.

(0033) Otras ventajas y detalles de la invención se han de extraer de la siguiente descripción de las Figuras con los ejemplos de ejecución. En las Figuras se muestran esquemáticamente:

Fig. 1 una representación principal de un objeto conforme a la invención,

Fig. 2 un objeto conforme a la invención en una vista parcial,

Fig. 3 un elemento de un objeto según la Fig. 2,

Fig. 4 un corte longitudinal a través de un elemento de otro objeto conforme a la invención,

Fig. 5 un corte transversal a través de otro objeto conforme a la invención,

Fig. 6 un corte longitudinal a través de un elemento de otro objeto conforme a la invención,

Fig. 7 un diagrama sobre el funcionamiento de un objeto conforme a la invención,

Fig. 8 un diagrama sobre la dependencia de la fuerza de frenado de la unidad de freno de la corriente parásita de un rascatubos conforme a la invención del diámetro del tubo,

Fig. 9 y 10 la orientación de las líneas de corrientes de campo y de las líneas de corriente parásita

Fig. 11 un diagrama sobre la fuerza en dependencia de la velocidad.

(0034) Las características técnicas de los ejemplos de ejecución descritos a continuación pueden combinarse también en combinaciones con los ejemplos de ejecución descritos previamente, así como con las características de las reivindicaciones independientes y de otras posibles reivindicaciones para conformar objetos conformes a la invención. Siempre que sea adecuado, los elementos que actúan funcionalmente de igual modo están provistos de idénticas cifras de referencias.

(0035) Un rascatubos conforme a la invención que está conformado para pasar a través de un tubo (1) alargado, preferiblemente, en corte transversal, en general, en forma circular, con una pared sombreada, presenta en el caso presente una unidad de función (2) para recoger informaciones del tubo, así como una unidad de freno de corriente parásita (3). Ambas unidades están unidas a través de una articulación (4) de forma articulada entre sí.

(0036) La unidad de freno de corriente parásita (3) está provista de una multitud de unidades portadoras (7) dispuestas, en dirección del perímetro del rascatubos, alrededor de un eje longitudinal (6) que se corresponde con el eje intermedio longitudinal. En dirección longitudinal del rascatubos significa en una dirección paralela a la respecto al eje intermedio longitudinal o con respecto al eje longitudinal (6). La unidad de freno de corriente parásita según la Fig. 2 presenta, en total, ocho unidades portadoras que están conformadas para formar, en dirección longitudinal del tubo, corrientes parásitas que fluyen en direcciones opuestas y que están situadas unas tras otras. Las unidades portadoras (7) están dispuestas en dirección radial de forma móvil en un cuerpo portador

(8), para poder igualar las irregularidades en el lado interior del tubo. En un extremo, cada unidad portadora presenta dos distanciadores (9) en forma de rodillos, mientras que en el extremo opuesto hay dispuesto, respectivamente, un solo rodillo. En el lado con sólo un distanciador (9), la unidad portadora está dispuesta en el cuerpo básico de la unidad de freno de corriente parásita a través de una articulación (11) de forma articulada. Cuando se suelta una cubierta (12), se puede destapar una unidad portadora (7), para hacer accesible los medios de ajuste, los imanes individuales (13) o los elementos de unión (14) correspondientes se pueden posicionar hacia afuera o hacia adentro, para poder variar la distancia con respecto a la pared del tubo. Mediante esto, la fuerza de frenado que surge en el funcionamiento de la unidad se puede ajustar de modo sencillo para las respectivas situaciones del entorno. Las unidades portadoras pueden usarse en una conformación modular también en unidades de freno de corrientes parásitas para otros diámetros interiores del tubo y pueden ser correspondientemente adaptadas.

(0037) En la Fig. 3 se muestra una única unidad portadora. La unidad portadora presenta un cuerpo básico portador (16) que, en general, presenta una forma en U, y entre sus brazos hay dispuestos elementos de unión (14) o imanes (13) de forma alternante. Los elementos de unión (14) que se encuentran en el exterior están unidos solamente a un imán (13). Un vástago (17) sirve para el aseguramiento de una distancia mínima con respecto a la pared del tubo y evita con las ruedas respectivas un contacto de los elementos de unión (14) con la pared interior del tubo. El cuerpo portador (16) puede – sin embargo, no tiene que – ser giratorio según cada ejecución de la unidad portadora alrededor de un eje (18 ó 18').

(0038) El corte longitudinal principal a través de una unidad portadora según la Fig. 4 muestra el cuerpo portador (16), el distanciador (9), que pueden estar dispuestos en el cuerpo portador (16) y que los elementos de fijación (14) que se encuentran entre los brazos del cuerpo portador incluyendo aquellos imanes (13) determinados con las polaridades "S" y "N". Las flechas (15) muestran, a modo de ejemplo, la orientación de las líneas de los campos magnéticos.

(0039) Una vista principal en el corte transversal está mostrado en la Fig. 5. Las unidades portadoras que se prolongan hacia el interior cónicamente están dispuestas completamente a lo largo del perímetro alrededor del eje longitudinal del rascatubos. Mediante ello, se pueden crear, en dirección del perímetro del rascatubos, corrientes parásitas en la pared del conducto del tubo, que se extienden alrededor del rascatubos. Preferiblemente, se usa una construcción de los imanes como en las Fig. 6 o 4. Siendo preferible la construcción de la Fig. 4, habida cuenta que allí se unen las líneas del flujo de los elementos de unión y se dirigen de forma invertida verticalmente en la pared del tubo, no se da ningún agrupamiento hacia la pared del tubo, a causa de los imanes (13) orientados en la Fig. 6 verticalmente con respecto a la pared del tubo. Los imanes (13) están unidos mediante un elemento de unión (14), el cual, sin embargo, no está sobre el lado de la pared del tubo más cercana. Más bien, se usan menos imanes en la misma longitud de la unidad de freno de corrientes parásitas. Esto conlleva una densidad de flujo menor, y así, un grado de efectividad peor de la unidad de freno de corrientes parásitas de un rascatubos conforme a la invención.

(0040) La Fig. 7 muestra resultados de simulación de un desarrollo de la velocidad de un rascatubos con una unidad de freno conforme a la invención (línea continua), así como sin semejante unidad de freno (línea punteada) en un tubo que conduce gas. En los puntos x_1 , x_2 y x_3 hay dispuestos obstáculos con resistencia al freno que se van reduciendo en la dirección x . En este caso, se trata, por ejemplo, de tres soldaduras continuas, que causan una fricción aumentada para los rascatubos que van pasando. v_c es una velocidad crítica, a partir de la cual las exactitudes de medición son demasiado grandes.

(0041) Conforme a la invención, el rascatubos puede estar concebido de tal modo que las fuerzas de freno de las corrientes parásitas ejercidas por la unidad de freno de corrientes parásitas del rascatubos que pasa con la corriente del medio son mayores que el aumento de fuerzas de fricción creadas por posibles obstáculos. Mediante el frenado del rascatubos en el primer obstáculo en el punto x_1 se estanca el gas detrás del rascatubos, lo cual conlleva una presión de gas aumentada. En el momento en el que la fuerza de fricción puede ser superada, se acelera enormemente el rascatubos equipado sin una unidad de freno de corrientes parásitas y sobrepasa la velocidad v_c crítica. Con la aceleración del rascatubos equipado con una unidad de freno de corrientes parásitas se lleva a cabo un aumento de la fuerza de frenado mediante la unidad de freno de corrientes parásitas que se produce con el aumento de la velocidad. Esto frena al rascatubos, de manera que el mismo, en comparación con un rascatubos convencional, puede alcanzar rápidamente su velocidad de funcionamiento. Mediante el sobrepaso del rascatubos equipado sin unidad de freno de corriente parásita, en cambio, se provocan otras exactitudes de medición. También en los puntos x_2 y x_3 , que representan los lugares de fricción más elevada para el rascatubos, se modifica la velocidad del rascatubos convencional enormemente, y prácticamente hasta la zona crítica, lo cual, a su vez, provoca inexactitudes de datos. El rascatubos provisto de una unidad de freno de corrientes parásitas conforme a la invención, en cambio, puede continuar su recorrido, en general, sin ser influenciado.

(0042) El recorrido homogéneo del rascatubos se consigue, especialmente, mediante el hecho de que la fuerza de frenado dependiente de la velocidad del rascatubos que pasa con el medio es mayor que el posible aumento de las fuerzas de fricción a causa de, por ejemplo, soldaduras o abollamientos en el tubo. Mediante la eliminación de las fuerzas de frenado basadas en las corrientes parásitas a causa de la reducción de la velocidad, se compensan los aumentos de fuerzas de fricción que surgen en los recorridos de los arcos o que son causados por los

estrechamientos del tubo o de las secciones transversales. El rascatubos se conduce sin quedarse estancado. Mediante el recorrido más homogéneo del rascatubos conforme a la invención mejora notablemente un efecto de limpieza y/o la calidad de los datos frente al estado de la técnica.

(0043) La Fig. 8 muestra, a modo de ejemplo, para un espesor de pared de tubo de 7 mm., la concepción de las unidades de freno de corrientes parásitas dependiendo del diámetro del tubo. Los cinco diferentes puntos en los respectivos diámetros muestran una relación lineal aproximada entre las unidades de frenado de corrientes parásitas y el diámetro del conducto del tubo ($D_{\text{Gasoducto}}$ [mm]) para un acero, usado a menudo, ST 37 a una velocidad del rascatubos de 2 m/s ($F_{\text{Freno}} = 43314 \text{ N/m} * D_{\text{Gasoducto}}$).

(0044) En las Fig. 9 y 10 se muestran las corrientes parásitas J creadas en dirección del perímetro, que se prolongan de forma opuesta, observado desde la dirección longitudinal del tubo o también desde la dirección de la velocidad v . Gracias a la conformación conforme a la invención de un rascatubos, las corrientes parásitas J creadas en la dirección del perímetro y, preferiblemente, completamente alrededor del tubo (véase la Fig. 10). Los camos magnéticos creados están provistos, como se describió previamente, en dirección vertical con respecto a la superficie del tubo, igualmente, de forma alternante, es decir, con líneas de campo que indican en direcciones opuestas y, en general, están conformados radialmente hacia el eje longitudinal.

(0045) La fuerza de frenado (en inglés: "Force") de un rascatubos conforme a la invención está mostrado en la Fig. 11, como función de la velocidad (en inglés: "Velocity") del rascatubos. Representada de forma punteada se encuentra la fuerza de frenado de la unidad de freno de corrientes parásitas (en inglés: "Eddy Current Force"), que con una velocidad de $v = 0 \text{ m/s}$ es de cero. La fuerza de frenado ejercida sólo por la fricción mecánica (en inglés: "Friction Force") desciende un poco con una velocidad ascendente y está representada con una línea discontinua. En general, la variación de la fricción mecánica sobre la velocidad es mucho menor que el crecimiento de la fuerza de la corriente parásita y puede insignificante en una primera aproximación. Representado con una línea se encuentra la suma de la fuerza de frenado resultante (en inglés: "Whole Force of ECB unit"). Para que un rascatubos conforme a la invención pueda pasar un obstáculo sin detenerse con la unidad de freno de corrientes parásitas, el aumento de fricción del rascatubos (que comprende la unidad de frenado y a causa del obstáculo) tiene que ser menor que la fuerza de frenado, con la velocidad del rascatubos menos la fuerza de frenado a una velocidad de cero.

REIVINDICACIONES

1. Rascatubos para el paso a través de un tubo (1) alargado con una pared de tubo, preferiblemente, un gasoducto, que comprende, al menos, una unidad de función (2) para limpiar el tubo (1) y/o para recoger informaciones del tubo, así como que comprende un freno para el control de la velocidad, que se caracteriza por que el rascatubos presenta una unidad de freno de corrientes parásitas (3) conformada por una multitud de imanes (13) que está conformado para crear una fuerza de frenado dependiente de la velocidad, a través del efecto recíproco de los imanes (13) con campos magnéticos inducidos en la pared del tubo (1) a causa de la corriente parásita, de manera que el rascatubos no alcanza ninguna velocidad aceptable para la limpieza o para la recogida de datos de medición.
2. Rascatubos según la reivindicación 1, que se caracteriza por que los imanes (13) están dispuestos en dirección longitudinal de la unidad de freno de corrientes parásitas (3), con polaridades alternantes, unos detrás de los otros.
3. Rascatubos según la reivindicación 2, que se caracteriza por que, al menos, tres imanes (13) están dispuestos uno detrás del otro
4. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la extensión de los imanes (13) desde un polo hasta el otro es menor que la extensión de los imanes (13) que están transversales.
5. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que los imanes (13) están dispuestos de tal modo que se pueden crear corrientes parásitas (7) que circulan alrededor del rascatubos en la pared del tubo (1) en dirección del perímetro.
6. Rascatubos según la reivindicación 5, que se caracteriza por que durante el funcionamiento del rascatubos se crea una multitud de corrientes parásitas que fluyen en direcciones opuestas, de forma alternante.
7. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que a los imanes (13) está asignado, al menos, un elemento de unión (14) magnético, permeable, que preferiblemente une, al menos, dos imanes (13) entre sí.
8. Rascatubos según la reivindicación 7, que se caracteriza por que el elemento de unión (14) está orientado de tal modo hacia la pared del tubo (1), que el flujo magnético se introduce, en general, verticalmente en la pared del tubo.
9. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que varios imanes (13) están dispuestos sobre una unidad portadora (7).
10. Rascatubos según la reivindicación 9, que se caracteriza por que en dirección del perímetro del rascatubos hay dispuestas varias unidades portadoras (7) unas junto a otras.
11. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que, al menos, un distanciador (9) se puede posicionar sobre los imanes (13) con distancia de la pared del tubo (1).
12. Rascatubos según la reivindicación 11, que se caracteriza por que el distanciador (9) se puede posicionar proyectado sobre una superficie, de forma vertical con respecto al eje longitudinal (6) del rascatubos en relación con los imanes (13).
13. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la unidad de freno de corrientes parásitas (3) está conformada como un grupo constructivo propio del rascatubos, especialmente, unida a través de una articulación (4) a la unidad de función (2).
14. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la unidad de freno de corrientes parásitas (3) presenta sensores para la recogida de datos del tubo (1).
15. Rascatubos según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la unidad de freno de corrientes parásitas (3) está ejecutada de tal modo que a una velocidad de 2 m/s en el tubo se alcanza una fuerza de frenado F_{Freno} dependiendo del diámetro del tubo de, al menos,

$$F_{\text{Freno}} = m \cdot D_{\text{Gasoducto}},$$

en la cual $D_{\text{Gasoducto}}$ = diámetro del tubo [m],
 $m = 7000 \text{ N/n}$.

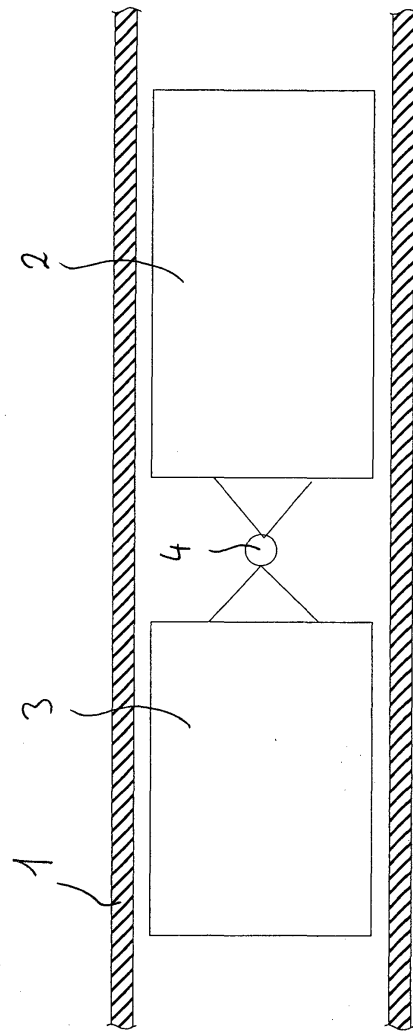


Fig. 1

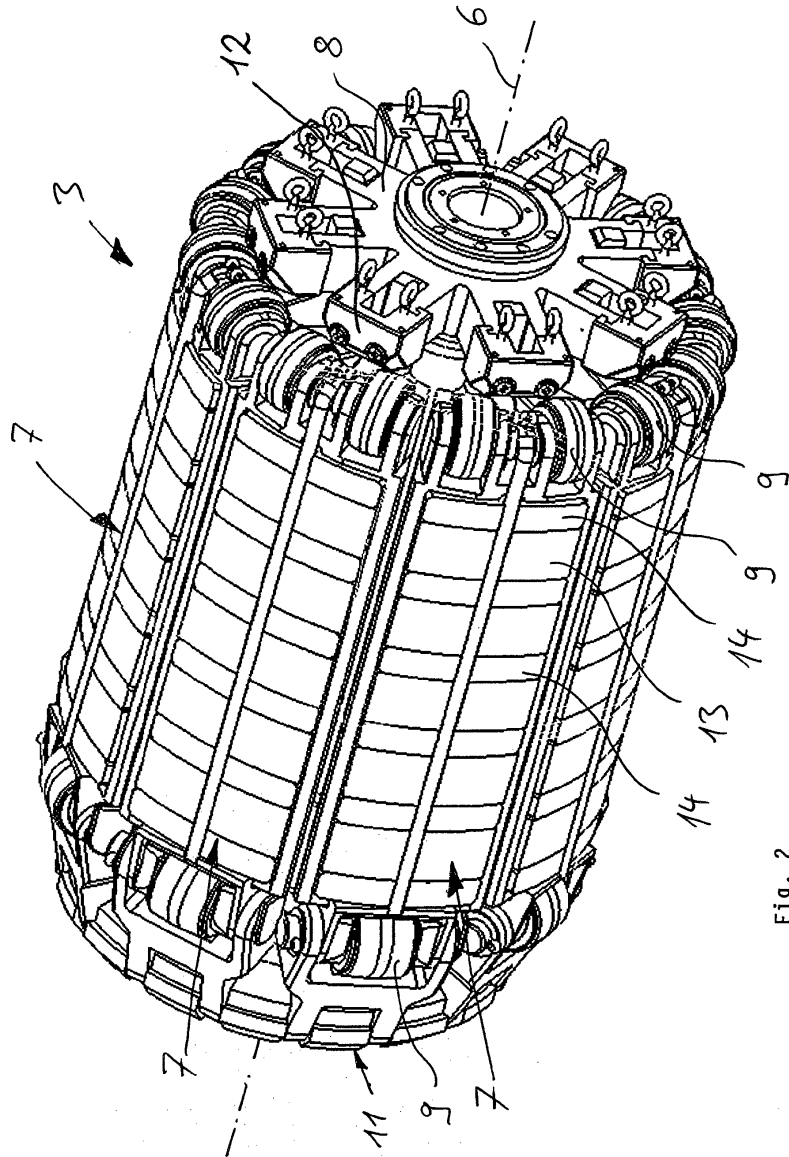


Fig. 2

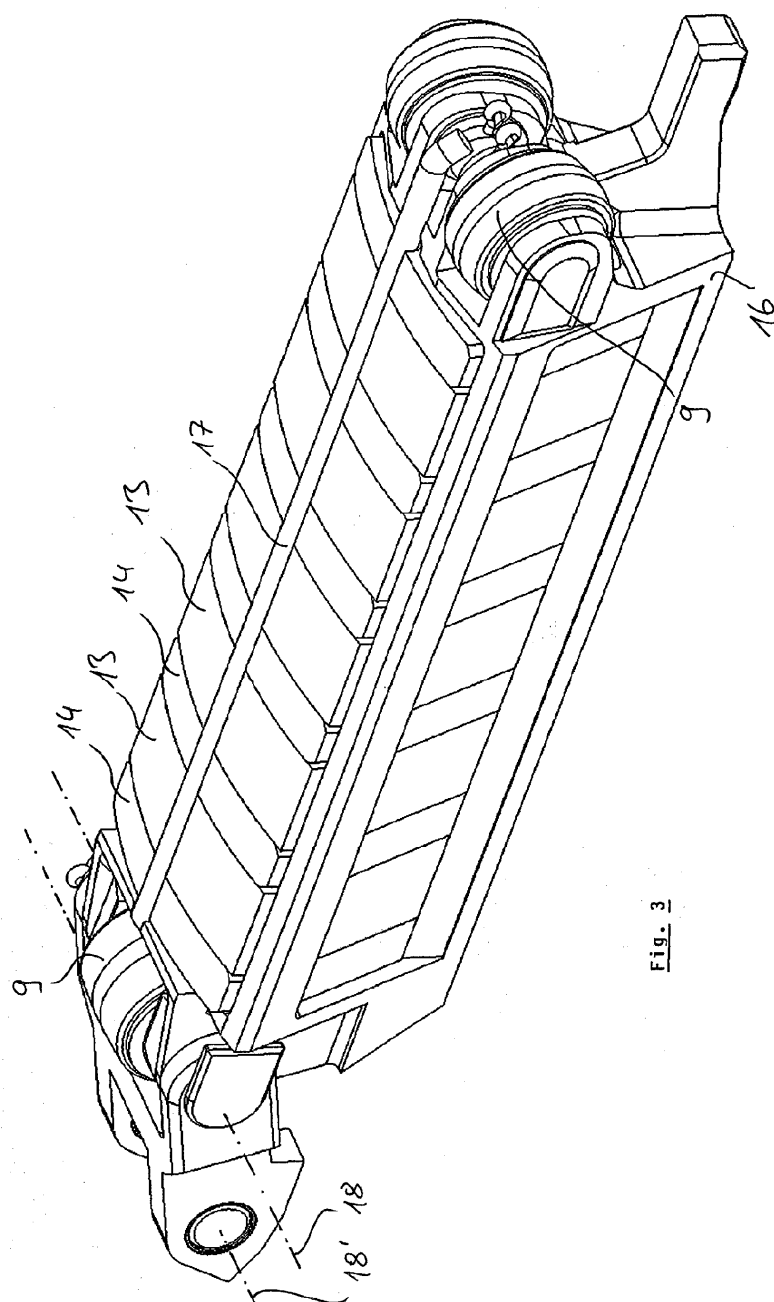


Fig. 3

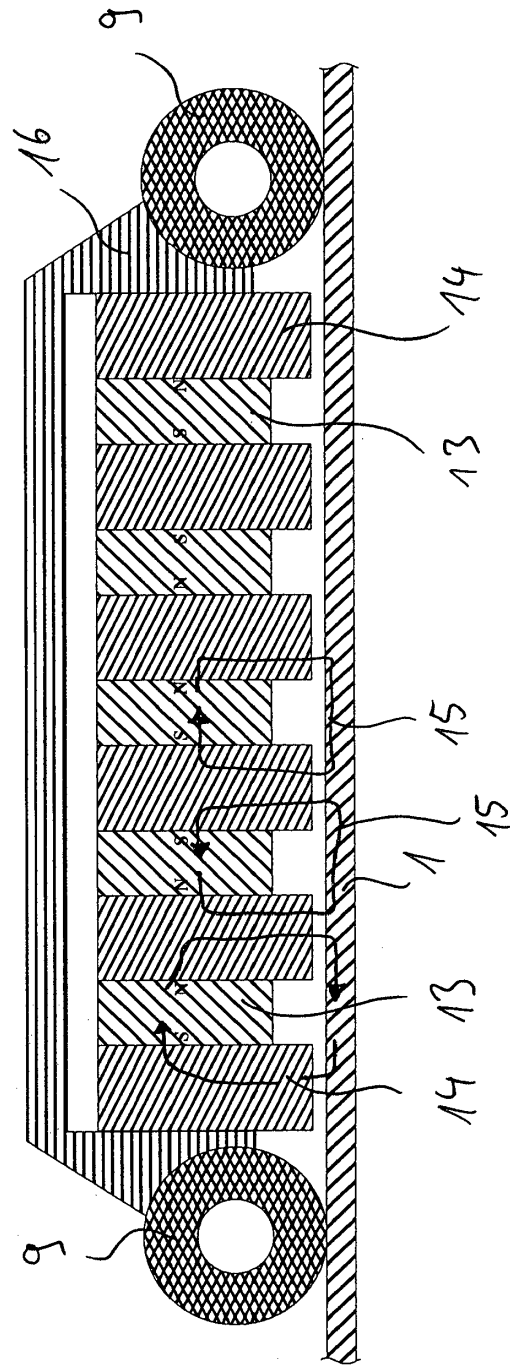


Fig. 4

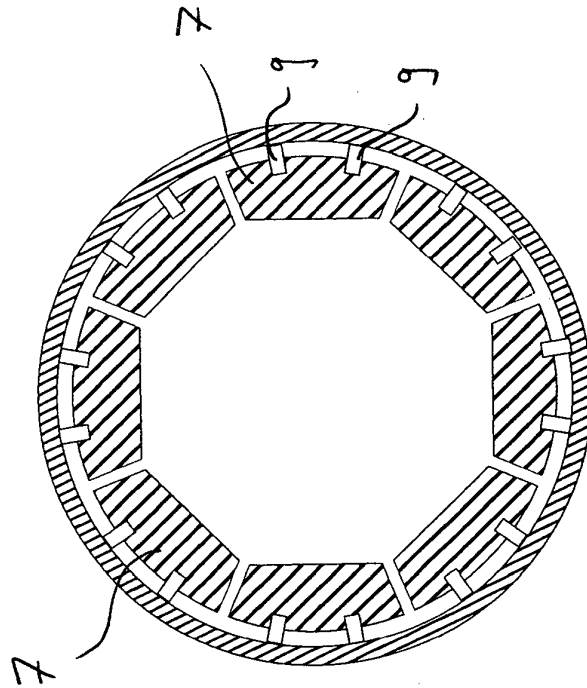


Fig. 5

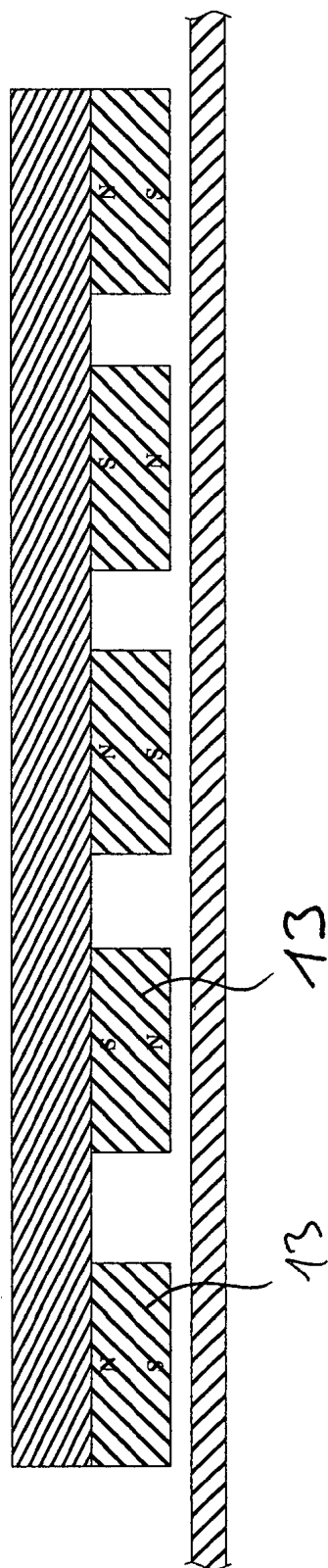


Fig. 6

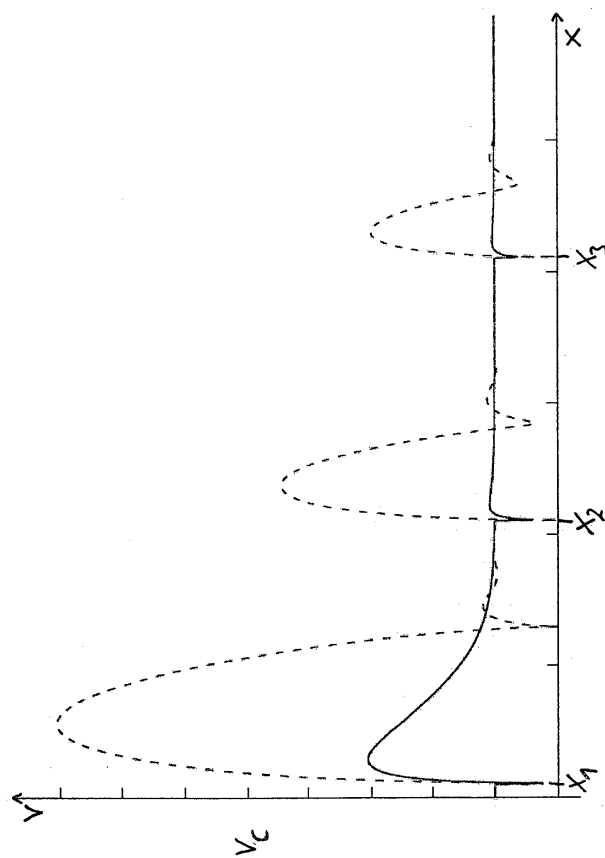


Fig. 7

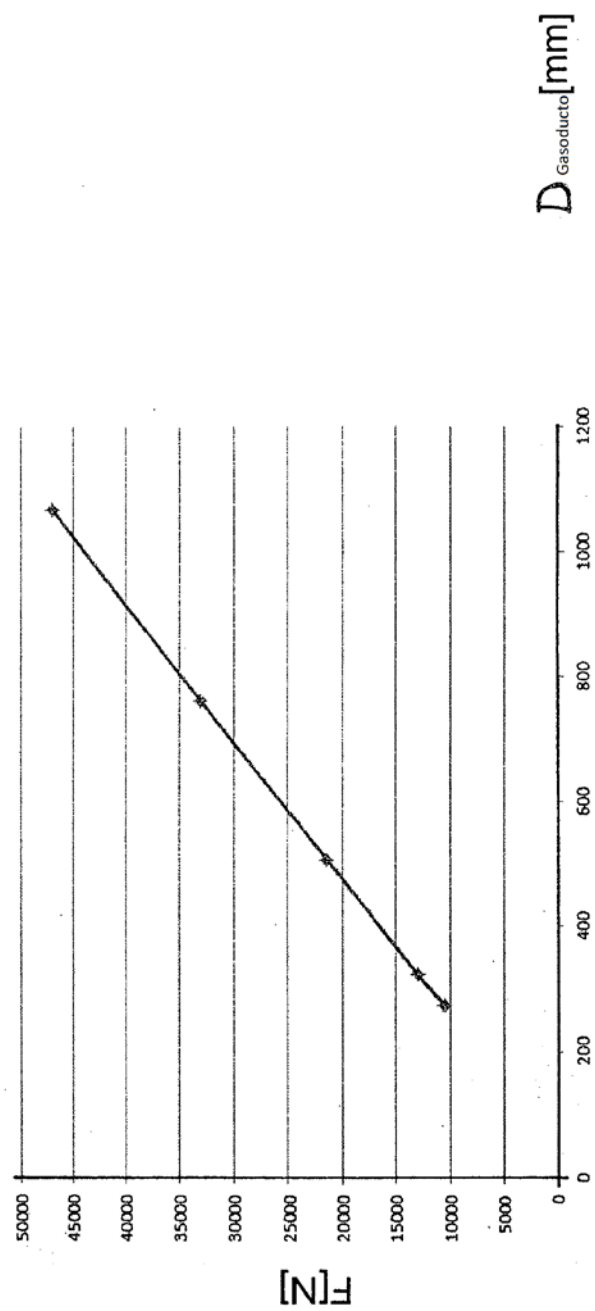


Fig. 8

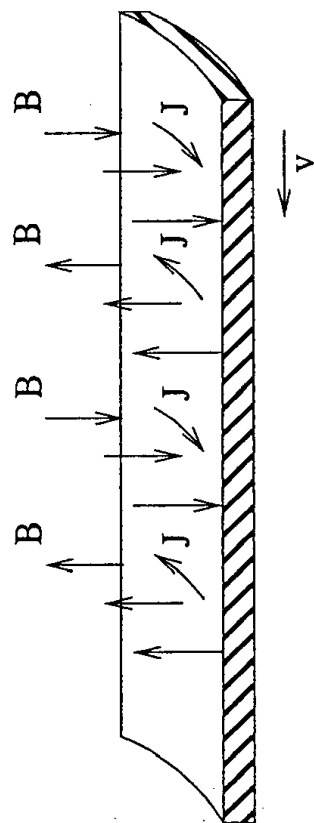


Fig. 9

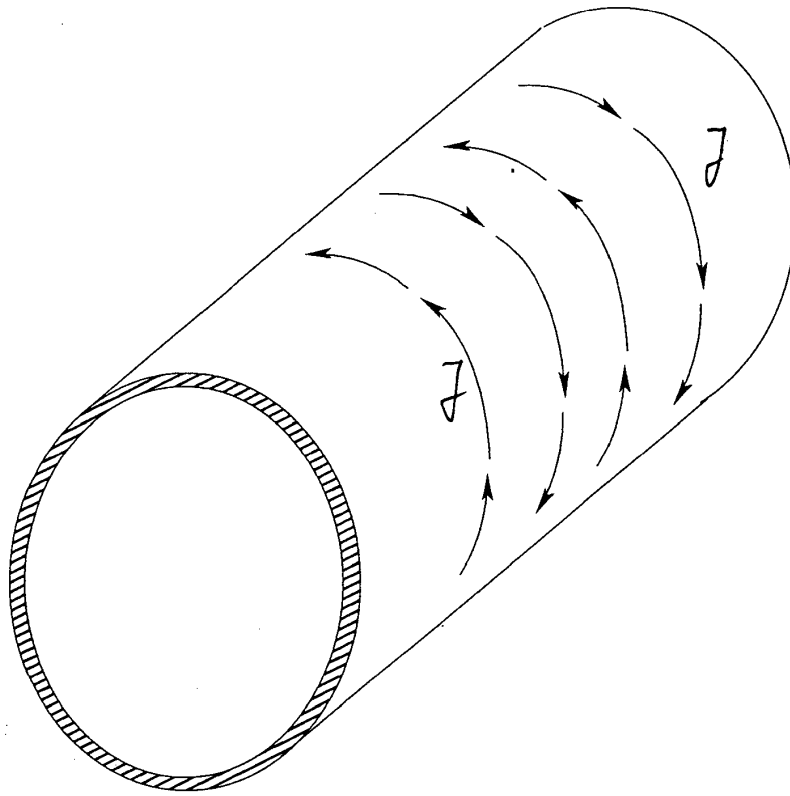


Fig. 10

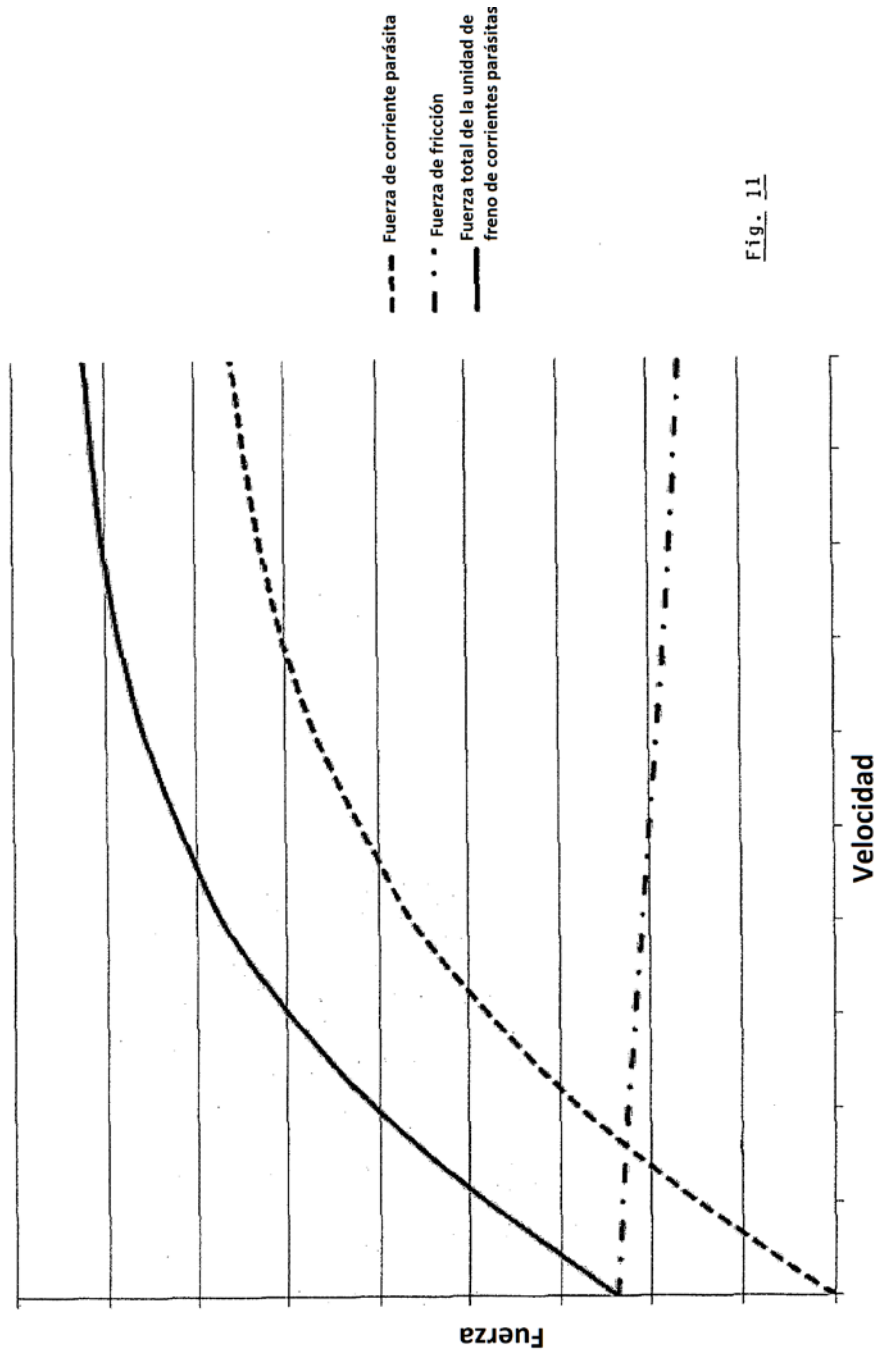


Fig. 11