

(19) REPUBLICA DE CUBA



Oficina Cubana de la
Propiedad Industrial

(11) No de publicación:

CU 24695 B1

(21) No. de solicitud: **2020-0077**

(51) Int. Cl: **B01J 19/08 (2021.01) C02F 1/48
(2021.01) F16L 58/16 (2021.01)**

(12) **Certificado de Patente de Invención**

(22) Fecha de presentación: 2020.10.22

(71) Solicitantes: CENTRO NACIONAL DE
ELECTROMAGNETISMO APLICADO (CU)

(30) Prioridad:

(72) Inventor/es: Gilart González, Fidel, CU; Campos Sofia,
Melek, CU; Garcia Leyva, Antonio, CU; Ribeaux Kindelán,
Guillermo, CU; Ferrer Albear, Dagoberto, CU; Vázquez
Somoza, Roberto, CU y Conde García, Rebeca Esther, CU

(45) Fecha de publicación: 2024.03.05

(73) Titular: CENTRO NACIONAL DE
ELECTROMAGNETISMO APLICADO, domiciliado en
Avenida de Las Américas sin número, entre Calle L y calle I,
Reparto Ampliación de Terrazas, CP: 90400, Santiago de Cuba
(CU)

(74) Agente: Berenguer Ungaro, Mónica Rosario (CU)

(54) **Título: DISPOSITIVO PARA EL TRATAMIENTO MAGNÉTICO DEL AGUA EN
TUBERÍAS MAGNÉTICAS Y NO MAGNÉTICAS DE HASTA 2 PULGADAS DE DIÁMETRO**

(57) **Resumen**

La invención está relacionada con dispositivos para el tratamiento magnético del agua en tuberías, destinados a la prevención/eliminación de las incrustaciones. Se proporciona un dispositivo no intrusivo para montarlo sobre tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, el cual consta de un arreglo de imanes permanentes en formas de bloque y una envoltura de enfoque y protección magnética, hecha de un material metálico magnético, la cual consta de una funda exterior y una funda interior desmontables, que acomodan cada una uno de los dos bloques de imanes que forman el arreglo, los cuales se acomodan a su vez en fundas de sujeción en forma de caja, hechas de un material no magnético. La envoltura de enfoque y protección forma un circuito magnético cerrado alrededor de la tubería, de longitud regulable, el cual permite además el acoplamiento magnético apropiado entre dispositivos a lo largo de esta.

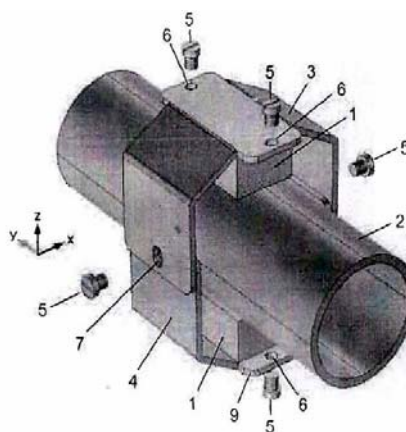


FIG. 1

Dispositivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro

RESUMEN:

La invención está relacionada con dispositivos para el tratamiento magnético del agua en tuberías, destinados a la prevención/eliminación de las incrustaciones. Se proporciona un dispositivo no intrusivo para montarlo sobre tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, el cual consta de un arreglo de imanes permanentes en formas de bloque y una envoltura de enfoque y protección magnética, hecha de un material metálico magnético, la cual consta de una funda exterior y una funda interior desmontables, que acomodan cada una uno de los dos bloques de imanes que forman el arreglo, los cuales se acomodan a su vez en fundas de sujeción en forma de caja, hechas de un material no magnético. La envoltura de enfoque y protección forma un circuito magnético cerrado alrededor de la tubería, de longitud regulable, el cual permite además el acoplamiento magnético apropiado entre dispositivos a lo largo de esta.



Mónica Ros

Mónica Rosario Berenguer Úngaro

Representante legal

Dispositivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro

DESCRIPCIÓN:

La presente invención está relacionada con dispositivos para el tratamiento magnético del agua en tuberías, destinados a la prevención/eliminación de las incrustaciones. Más particularmente, esta invención está relacionada con los dispositivos de este tipo que usan imanes permanentes.

El agua es una sustancia ampliamente utilizada en la industria, desempeñando diversas funciones: producción de energía por vaporización, transferencia de calor, transporte de materias primas, fabricación de productos, lavado, entre otras. El transporte de agua a través de conductos o tuberías causa numerosos problemas. Uno de ellos es la acumulación de depósitos de sales, sustancias corrosivas y otros sedimentos sobre la superficie interior del conducto. Este problema es crítico debido a que el diámetro interior del conducto disminuye para restringir y eventualmente impedir el flujo a través de este. Las deposiciones de materiales indeseados en la superficie interior de la tubería generan grandes pérdidas a la industria y polución, y una vez presentadas requieren de tratamientos químicos o mecánicos, los que no siempre resultan efectivos y son costosos. La acumulación de depósitos de sales es un problema común y costoso durante varios procesos industriales. Por ejemplo, con una capa de incrustaciones de 1 mm de espesor el consumo de energía aumenta en un 15 %, y con una capa de 7 mm en un 40 %.

Los métodos existentes para la inhibición de la acumulación de depósitos de materiales indeseados sobre la superficie de la tubería en contacto con el agua tienen limitaciones técnicas y económicas. Los métodos químicos tradicionales provocan la pre-precipitación de las formaciones calcáreas usando cal o cenizas de carbonato de sodio, adicionan reactivos inhibidores de las incrustaciones, o sustituyen las formaciones calcáreas con iones solubles usando intercambiadores de iones. Estos métodos son efectivos pero pueden ser muy costosos y cambian sustancialmente la química del agua, por lo que deben ser evitados para la distribución del agua potable. Los métodos mecánicos para controlar y remover los depósitos de materiales indeseados sobre la superficie interior del conducto utilizan raspadores, succionadores, cortadores, tirabuzones o escariadores, que se introducen en la tubería para efectuar la limpieza mecánicamente. Estos métodos son engorrosos y costosos. El costo extremo de los métodos anteriores para la prevención de la acumulación de sales, sustancias corrosivas y otros sedimentos está compuesto por el gasto directo de la implementación de las técnicas, así como por el gasto indirecto asociado con el tiempo de producción perdido.

El efecto del campo magnético sobre el agua es un fenómeno multifactorial complejo que resulta en cambios en la estructura de los iones hidratados, así como en las propiedades físico-químicas y el comportamiento de las sales inorgánicas disueltas, cambios en la velocidad de coagulación electroquímica y la estabilidad del agregado (agrupamiento y consolidación), formación de múltiples sitios de nucleación sobre las partículas del precipitado dispersado, consistente en cristales de tamaño substancialmente uniforme. En el agua tratada magnéticamente es posible cambiar los iones de hidratación, la solubilidad de las sales, el valor del pH, lo que resulta en el cambio de la velocidad de los procesos de corrosión.

El efecto antiincrustante del tratamiento magnético del agua depende de la composición y la temperatura del agua, la intensidad del campo magnético y la distribución espacial de esta, de la velocidad del fluido, del régimen de funcionamiento del conducto (flujo laminar o flujo turbulento) y del tiempo de exposición al campo magnético, entre otros factores.

Se ha definido como región de trabajo de un dispositivo para el tratamiento magnético del agua a la región interior de la tubería abarcada por dicho dispositivo. El efecto antiincrustante del tratamiento magnético del agua se ha observado para campos magnéticos con un valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo de $\approx 0.05-0.5$ T (500-5000 G) y un tiempo de exposición de $\approx 0.03-1$ s. El efecto aumenta notablemente con el aumento del tiempo de exposición, alcanzando un estado estacionario para valores de cerca de 30 min. La efectividad del efecto aumenta con el aumento de la velocidad del fluido (hasta cerca de 3 m/s), con la distribución alternada de la intensidad del campo magnético en la región de trabajo, es dependiente de los tipos de pares de polos que se enfrentan entre sí a través de la tubería y de la distancia entre ellos, y es mayor para el régimen laminar, por lo que se recomienda que los dispositivos no afecten el régimen de funcionamiento del conducto y sean instalados antes de la bomba hidráulica o después de esta a más de 10 veces el valor del diámetro de la tubería.

Los dispositivos que por su diseño magnético deben ser insertados en la tubería son denominados intrusivos, ya que acarrear el corte de un tramo de esta, mientras que los que pueden ser simplemente abrazados o ajustados alrededor de la tubería son denominados no intrusivos. Los dispositivos para el tratamiento magnético del agua suelen incorporar un circuito magnético, hecho de un metal ferromagnético, para intensificar el campo magnético en la región de trabajo y minimizar las fugas de este hacia el exterior. El efecto es mayor cuando el circuito se cierra alrededor de la tubería, es dependiente de la forma, la continuidad y la extensión del circuito alrededor de la tubería y aumenta con el aumento del espesor del metal ferromagnético,

lo que aumenta también el peso y, en consecuencia, el costo del dispositivo, por lo que dicho espesor se fija teniendo en cuenta la relación beneficio/costo.

Los imanes permanentes modernos actúan sobre amplias distancias atrayendo aceros y otros imanes con elevadas fuerzas mecánicas, pudiendo provocar daños. Los campos magnéticos de estos imanes pueden influenciar o distorsionar instrumentos electrónicos o mecánicos sensibles, llegando a destruirlos. Por esta razón se recomienda que las fugas magnéticas de los dispositivos basados en dichos imanes deban mantenerse en el menor nivel posible.

En el arte prior se ha propuesto una variedad de dispositivos para el tratamiento magnético del agua con imanes permanentes con el objetivo de prevenir la acumulación de sales y otras costras. Unos tienen los imanes ubicados en el exterior del fluido, y otros los tienen en el interior. La presente invención se enfoca solamente en los primeros, considerados los más ventajosos.

En la patente **JP2002227729** se revela un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético de líquidos en tuberías no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, el cual consta de dos fundas de material no magnético que tienen aproximadamente forma de caja con una cara curva que se apoya sobre la tubería por donde fluye el líquido a tratar. Las cajas contienen un imán permanente en forma de bloque que se encuentra en contacto con un yugo ferromagnético por el lado opuesto a la tubería. Los dos imanes se enfrentan con polos opuestos generando un campo magnético dipolar en el interior de la tubería. El yugo ferromagnético tiene forma de "U" y está destinado a enfocar el campo magnético generado por los imanes hacia la tubería, disminuyendo la dispersión hacia el exterior. Sobre cada funda va montado un miembro de retención cuyas partes de conexión tienen forma de aletas laterales y permiten unir las fundas entre sí mediante tornillos. Los miembros de retención y los tornillos de sujeción son de material no magnético. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente transversal. Un inconveniente de este dispositivo es que los yugos ferromagnéticos no forman un circuito magnético cerrado, por lo que el dispositivo presenta una fuga significativa del campo magnético hacia el exterior. Otro inconveniente es que la longitud del tramo de circuito magnético abierto aumenta al aumentar el diámetro de la tubería, lo que conduce a un aumento de la mencionada fuga, y en consecuencia a una disminución adicional de la intensidad del campo magnético en la región de trabajo de la tubería. Otro inconveniente es que este dispositivo no tiene un diseño apropiado para acoplarlo magnéticamente con otros similares a lo largo de la tubería con el objetivo de aumentar la longitud de trabajo de acuerdo con los requerimientos del tratamiento magnético, así como de permitir el funcionamiento sobre **una tubería magnética**. En

consecuencia, el tratamiento magnético de fluidos con un dispositivo como este es poco eficiente, lo que ocasiona el uso de imanes permanentes de mayor producto energético, los cuales son más costosos, para lograr un mismo resultado.

En la patente **DE20300452** se revela un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías no magnéticas. El dispositivo se ajusta alrededor de la tubería usando dos placas metálicas ferromagnéticas gruesas, cada una de las cuales tiene un lado cóncavo que se ajusta alrededor de la tubería, y sus proyecciones laterales se ajustan a su vez para formar un nicho para la retención de un imán en forma de bloque a cada lado de la tubería. Los imanes se enfrentan con polos opuestos con el objetivo de generar un campo magnético dipolar en el interior de la tubería. Las placas ferromagnéticas y los imanes forman un circuito magnético que enfoca el campo magnético hacia el interior de la tubería, disminuyendo la dispersión hacia el exterior, el cual se cierra alrededor de la tubería y se extiende sin interrupción a lo largo de la región abarcada por el dispositivo. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente transversal. El diseño mecánico y magnético permite colocar dispositivos del mismo tipo, uno al lado del otro sobre tuberías paralelas, con el objetivo de aplicar eficientemente el *método del bypass* para tratar magnéticamente el agua que circula por una tubería de mayor diámetro. Sin embargo, en este caso el dispositivo resultante sería del tipo intrusivo. Otros inconvenientes que tiene este dispositivo son que las placas ferromagnéticas son voluminosas y pesadas, que no tiene un diseño apropiado para acoplarlo magnéticamente con otros similares a lo largo de la tubería con el objetivo de adaptarlo mejor a los requerimientos del tratamiento magnético, así como de permitir su funcionamiento sobre una tubería magnética, y que la concavidad de las placas ferromagnéticas tiene que concordar con la convexidad de la tubería con un pequeño margen de error, por lo que el dispositivo tiene que diseñarse para el diámetro de la tubería particular con una pequeña tolerancia.

En la patente **KR20040071098** se proporciona un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro en el cual los imanes permanentes tienen forma de bloque y están acomodados dentro de una funda de resina de moldeo. El dispositivo mejora la belleza de la apariencia externa y la estabilidad mediante la implementación de una funda acanalada para el imán usando una resina de moldeo que tiene buena adhesividad y fuerza mecánica. La construcción permite conectar integralmente dos imanes permanentes a una tubería de agua simplemente y convenientemente sin distinción de las partes hembra y macho. Los imanes van instalados en ranuras formadas en la parte central del miembro de retención enfrentando polos iguales hacia la tubería alrededor de la cual van

montados, generando así un campo magnético cuadrupolar en el interior de esta. El dispositivo se caracteriza porque en las ranuras porta-imanes se han instalado placas para disminuir la dispersión del campo magnético hacia el exterior, logrando así un mejor enfoque del mismo hacia la tubería. Las placas para la prevención de la dispersión tienen forma plana, están en contacto con los imanes por el lado opuesto a la tubería y tienen un área seccional más grande que la de los imanes. Los dos miembros de retención se fijan a la tubería mediante tornillos. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente transversal. Este dispositivo presenta los mismos inconvenientes que el revelado en la patente JP2002227729.

En la patente **KR20040078079** se revela un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro en el cual los imanes permanentes están acomodados dentro de una funda de resina de moldeo que tiene buena adhesividad y fuerza mecánica. El dispositivo está constituido por un par de imanes permanentes en forma de bloque, cada uno de los cuales está instalado enfrentando el mismo polo a la tubería de agua que pasa entre ellos, fijándose a esta mediante dos tornillos no magnéticos. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente transversal. Se diferencia del dispositivo revelado en la patente KR20040071098 solo en que el dispositivo revelado aquí consta de una parte macho y de una parte hembra, por tanto, presenta los mismos inconvenientes que el dispositivo revelado en la patente JP2002227729.

En la patente **CN1546391** se revela un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías no magnéticas. Este comprende al menos dos imanes permanentes en forma de bloque montados sobre la superficie de una tubería no magnética en una distribución equilibrada, en la cual el polo SUR (S) de cada imán permanente apunta hacia el interior de la tubería, mientras que el polo NORTE (N) apunta hacia el exterior, generando un campo magnético predominantemente longitudinal en el interior de la tubería. El dispositivo cuenta con un circuito magnético de enfoque y protección que se cierra alrededor de la tubería y se extiende sin interrupción a lo largo de la región abarcada por el dispositivo. La invención resuelve los problemas del dispositivo convencional en el cual los imanes se montan con dirección polar opuesta (NS), al poder usarse también en tuberías de gran diámetro entre 5 y 25 cm (2 y 10 pulgadas). En el dispositivo convencional los polos que apuntaban hacia el interior de la tubería alternaban en polaridad y para el funcionamiento eficiente del mismo el número de ellos tenía que ser necesariamente par. El dispositivo presenta los inconvenientes de que el mismo tiene que diseñarse mecánicamente para el diámetro de la tubería particular con una pequeña tolerancia y de que este no tiene un diseño apropiado para acoplarlo magnéticamente con otros similares a lo

largo de la tubería con el objetivo de adaptarlo mejor a los requerimientos del tratamiento magnético.

En la patente **CN2823251U** se revela un dispositivo intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías, el cual se acopla a esta mediante una anilla roscada de entrada y una anilla roscada de salida. El tubo de agua interior, no magnético, está empotrado y encamisado dentro de un tubo ferromagnético exterior, y ambos extremos del tubo de agua interior se extienden hacia afuera del tubo exterior. Existe una cavidad hueca entre ambos tubos, y se ha dispuesto al menos un par de ranuras de fijación dentro de la misma, las cuales están en simetría axial alrededor del tubo interior sobre la superficie de este. Una pluralidad de imanes permanentes en forma de bloque con dirección de magnetización radial se encuentra distribuida a intervalos dentro de las dos ranuras. Los imanes permanentes que se encuentran dentro de las ranuras superior e inferior están ordenados en una pluralidad de parejas de imanes con polos magnéticos del mismo tipo enfrentados al tubo interior, y en parejas de imanes a lo largo de las ranuras, los cuales se atraen entre sí. El número de parejas de imanes permanentes puede ser variado de acuerdo con los requerimientos del tratamiento magnético. El tubo ferromagnético exterior sirve para el enfoque del campo magnético hacia el interior de la tubería, disminuyendo la dispersión hacia el exterior. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente longitudinal y su intensidad tiene una distribución alternada. El dispositivo revelado en esta patente tiene los inconvenientes de ser intrusivo y de tener un sistema magnético de enfoque y protección excesivamente voluminoso, particularmente en el caso de la variante configurada con solo dos arreglos de imanes enfrentados a través de la tubería, la cual es apropiada para tuberías de hasta 2 pulgadas de diámetro. Dicho sistema además tiene una eficiencia disminuida debido al entrehierro existente entre las placas o barras de apantallamiento y el tubo exterior, el cual es necesario para facilitar el ensamblaje del dispositivo. Si para el tubo exterior se empleara un material no magnético, el sistema de enfoque y protección sería todavía menos eficiente.

En la patente **KR20070005045** se revela un dispositivo intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías, el cual concentra el campo magnético en la región de trabajo, previniendo la fuga de las líneas del campo magnético aplicado al agua por los imanes permanentes. El dispositivo se acopla a la tubería mediante una anilla roscada de entrada y una anilla roscada de salida y tiene una región de trabajo formada por un solo tubo no magnético o por un conjunto de tubos no magnéticos conectados en paralelo, usando el *método del bypass*, para dar tratamiento magnético a una gran cantidad de agua. El tubo o el conjunto de tubos, según sea el caso, tiene(n) una entrada y una salida a ambos lados, estando los tubos componentes divididos en

varias partes iguales, formando repetidamente partes comprimidas y partes expandidas en cada uno. Los imanes permanentes tienen forma de bloque, son iguales y están adheridos a las superficies externas inferior y superior de las partes comprimidas de los tubos, formando parejas en las que los dos imanes enfrentan sus polos contrarios, por lo que generan un campo magnético dipolar a través de la tubería. A las superficies exteriores de los imanes están adheridas placas de acero magnético. El tubo o la pluralidad de tubos, según sea el caso, está encerrado en una funda soldada a placas de soporte a la entrada y a la salida, las cuales tienen un agujero centrado en el eje del dispositivo para la entrada y la salida del agua. Los espacios entre las partes interiores del sistema están rellenos con un adhesivo. Las partes comprimidas de los tubos permiten a los imanes estar más cerca del fluido, por lo que pueden generar un campo magnético más intenso en este. Las parejas de polos magnéticos que forman el arreglo de imanes generan campos magnéticos predominantemente transversales a la trayectoria del flujo del fluido, todos con la misma magnitud y dirección, pero con un sentido contrario de una pareja a otra. Este dispositivo tiene los mismos inconvenientes que el revelado en la patente **CN2823251U** y además el de afectar el régimen de funcionamiento del conducto donde se instala.

En la patente **KR20080110213** se revela un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, en el cual se controla la profundidad de inserción de una funda exterior en una funda interior. El aparato comprende un arreglo de dos imanes permanentes en forma de bloque y una funda de protección. Los imanes se encuentran en contacto por el lado opuesto a la tubería con un yugo ferromagnético, el cual tiene forma de "U" y está destinado a enfocar el campo magnético generado por ellos hacia la tubería. Los imanes se enfrentan uno a otro con polaridad opuesta, generando así un campo magnético dipolar en el interior de la tubería. La funda de protección comprende una funda exterior y una funda interior, las cuales acomodan cada una uno de los imanes que forman el arreglo. El control de la profundidad de inserción de la funda exterior en la funda interior se hace con ayuda de dos abrazaderas dentadas, lo que permite fijar el aparato a tuberías de varios diámetros. Las fundas exterior e interior y las abrazaderas son de plástico. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente transversal. Este dispositivo presenta los mismos inconvenientes que el revelado en la patente JP2002227729, por tanto el tratamiento magnético de fluidos con él resulta poco eficiente.

En la patente **CN101580291** se revela un dispositivo intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías, el cual comprende un canal de agua cilíndrico hecho de un material no magnético y un dispositivo generador de campo magnético dispuesto alrededor de este, el cual

consiste en un arreglo cilíndrico de Halbach de 12 imanes permanentes en forma de segmento circular, los cuales generan un campo magnético dipolar uniforme dentro del cilindro en ausencia de materiales magnéticos en su interior. Dentro del canal se encuentra ubicada una rejilla ferromagnética con el objetivo de intensificar en el entorno de esta el campo magnético generado por el arreglo de imanes permanentes hasta valores de cerca de 1.5 T. El campo magnético generado en el interior de la tubería es predominantemente transversal. Aunque se destaca por su pequeña dispersión del campo magnético hacia el exterior y por los altos valores de la intensidad y de los gradientes del campo magnético alcanzados en la región de trabajo, este dispositivo tiene los inconvenientes de ser intrusivo, de ser costoso y difícil de armar, de que los imanes no tienen forma de bloque y están magnetizados de manera diferente, de que estos tienen que ser diseñados para el diámetro de la tubería no magnética particular, y de que la rejilla utilizada para intensificar el campo magnético obstruye el flujo del agua en el conducto.

En la patente **KR20110033601** se proporciona un dispositivo intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías de hasta 2 pulgadas de diámetro, el cual incluye un tramo de entrada cilíndrico, un tramo interior de forma cilíndrica oval (tramo comprimido) y un tramo de salida cilíndrico, todos formados en una misma pieza hecha de un material no magnético. Comprende también un conjunto de cuatro parejas de imanes permanentes en forma de bloque que enfrentan uno a otro el mismo polo, dos de ellas formando una unidad a la entrada del dispositivo, y las otras dos una unidad a la salida, un conjunto de materiales magnéticos formados por piezas metálicas en contacto con las superficies exteriores de los imanes, un conjunto de materiales no magnéticos de relleno, así como una envoltura metálica magnética que abarca todo el conjunto a manera de apantallamiento. La parte comprimida central del tubo permite a los imanes estar más cerca del fluido, por lo que pueden generar un campo magnético más intenso en este. Las cuatro parejas de imanes permanentes generan campos magnéticos predominantemente paralelos a la trayectoria del flujo del fluido atravesado, pero con un sentido contrario para la unidad de entrada con relación a la unidad de salida. El dispositivo se acopla a la tubería mediante una anilla roscada de entrada y una anilla roscada de salida. Tiene los inconvenientes de ser un dispositivo intrusivo y de tener un sistema magnético deficiente, ya que carece de un sistema de enfoque del campo magnético hacia el interior de la tubería.

En la patente **CN202549534U** se revela un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético de fluidos en tuberías no magnéticas, el cual consiste en un cinturón que se enrolla alrededor de la tubería por la que circula el fluido a tratar. Una pluralidad de imanes permanentes en forma de bloque está embebida en materiales que apantallan al campo magnético; los imanes

están ordenados sobre el cinturón uno por uno a intervalos, de acuerdo con la condición de que diferentes fluidos necesitan diferentes tratamientos. El lado no apantallado de los imanes está dirigido hacia la tubería, pudiendo ser las polaridades de los imanes sucesivos iguales o alternadas entre sí. El dispositivo tiene el inconveniente de ser muy difícil de instalar debido a las grandes fuerzas de atracción que se ejercen los imanes entre sí, sobre todo en tuberías de gran diámetro (por encima de 2 pulgadas). Otro inconveniente es que el diseño del sistema magnético para lograr un campo magnético con una intensidad y variación espacial dadas en el interior de una tubería de material, diámetro y espesor dados es extremadamente difícil.

Como se puede ver, en el arte prior los dispositivos para el tratamiento magnético del agua con imanes permanentes ubicados en el exterior del fluido tienen un sistema magnético diseñado para funcionar solamente sobre una tubería no magnética, el cual no es apropiado para funcionar sobre una tubería magnética. Para tratar el agua que circula por una tubería magnética tales dispositivos deben ser insertados en dicha tubería, lo que acarrea el corte de un tramo de esta, y el acoplamiento mecánico a la misma mediante anillas roscadas o bridas, lo cual en la mayoría de las situaciones resulta inconveniente.

Por otro lado, tales dispositivos o tienen un circuito magnético de enfoque y protección del campo magnético que no se cierra alrededor de la tubería, por tanto son poco eficientes, o tienen uno que se cierra pero que se extiende sin interrupción a lo largo de la región abarcada por el dispositivo, lo cual, aunque aumenta la eficiencia, aumenta también el costo de este, principalmente en el caso de los dispositivos que tienen más de una pareja de imanes enfrentados a través de la tubería a lo largo de la región de trabajo. Tales circuitos magnéticos cerrados tienen además el inconveniente de no poder regularse de acuerdo con el diámetro de la tubería, por lo que tienen que diseñarse para la tubería particular con una tolerancia muy pequeña.

Por tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de pequeño diámetro (de hasta 2 pulgadas) que prevenga o reduzca los problemas de acumulación de sales, sustancias corrosivas y otros sedimentos, el cual sea eficiente, sea de fácil implementación en conjunción con el conducto, sea económico y afecte magnéticamente su entorno lo menos posible.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un dispositivo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, el cual consta de un arreglo de dos imanes permanentes en forma de bloque y una envoltura de enfoque y protección magnética, hecha de un material metálico magnético, la cual

consta de una funda exterior y una funda interior desmontables, que acomodan cada una uno de los bloques de imanes que forman el arreglo, los cuales se acomodan a su vez en fundas de sujeción en forma de caja, hechas de un material no magnético.

El dispositivo está **caracterizado** por lo siguiente:

1. La envoltura de enfoque y protección magnética forma un circuito magnético cerrado alrededor de la tubería, de longitud regulable en hasta $\pm 1/5$ del diámetro de la tubería.
2. Las fundas de enfoque y protección exterior e interior definen una sección que tiene un fondo plano, dispuesta contra los imanes, así como aletas que se extienden hacia afuera de dicho fondo formando un ángulo obtuso con este, las cuales en su tramo final se extienden paralelamente al eje que pasa por los dos bloques de imanes acomodados por dichas fundas.
3. La funda de enfoque y protección exterior posee dos agujeros alargados, ubicados uno frente al otro en las partes laterales paralelas, simétricamente con relación a los bordes.
4. La funda de enfoque y protección interior posee dos agujeros con rosca, ubicados uno frente al otro en las partes laterales paralelas, simétricamente con relación a los bordes.
5. La posición de la funda de enfoque y protección exterior con relación a la funda de enfoque y protección interior se fija mediante tornillos metálicos magnéticos, los cuales pasan a través de los agujeros alargados de la funda de enfoque y protección exterior y se enroscan firmemente en los agujeros de la funda de enfoque y protección interior.
6. Las fundas de enfoque y protección exterior e interior tienen partes salientes iguales, con una longitud no menor que $1/5$ de la longitud de los imanes en la dirección del eje de la tubería y no mayor que $2/5$ de dicha longitud, dotadas de dos agujeros cada una, ubicados simétricamente con relación a las partes laterales, las cuales permiten la sujeción de los imanes y el acoplamiento magnético apropiado entre dispositivos.
7. En una variante del mismo el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos opuestos (arreglo NS), por lo que en la región de trabajo este es predominantemente transversal, mientras que en otra variante dicho campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan con polos iguales (arreglo NN o arreglo SS), por lo que en la región de trabajo este es predominantemente longitudinal.
8. En las variantes del acoplamiento magnético de dos o más dispositivos, el circuito magnético

formado por las fundas de enfoque y protección magnética del dispositivo resultante no se extiende ininterrumpidamente a lo largo de la región abarcada por este.

9. En una variante del acoplamiento magnético de dos dispositivos el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos opuestos formando el arreglo NS-SN, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente transversal y alternado, mientras que en otra variante el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos opuestos formando el arreglo NS-NS, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente transversal pero no alternado.

10. En una variante del acoplamiento magnético de dos dispositivos el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos iguales formando el arreglo NN-SS, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente longitudinal y alternado, mientras que en otra variante el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos iguales formando el arreglo NN-NN, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente longitudinal y alternado.

El dispositivo funciona de la siguiente manera. El fluido a tratar ingresa a la región de trabajo atravesando el campo magnético generado por los imanes permanentes. Con esto el fluido se somete a la acción de un campo magnético estático predominantemente perpendicular o predominantemente paralelo a la trayectoria del flujo, el cual mantiene invariable su sentido durante el paso de este o lo invierte varias veces. La combinación de las fuerzas hidrodinámicas y magnéticas provoca reacciones magneto-químicas que son efectivas en el control de los problemas de acumulación de sales, sustancias corrosivas y otros sedimentos sobre las superficies de la tubería en contacto con este fluido. El tiempo de relajación del fluido o "memoria magnética" después del paso por el dispositivo depende de muchos factores, tales como magnitud de la inducción magnética, temperatura, régimen de flujo hidrodinámico, naturaleza del fluido y otros, y puede abarcar desde varias decenas de minuto hasta varias horas.

Por tanto, un rasgo distintivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, que prevenga y reduzca los problemas de acumulación de sales, sustancias corrosivas y otros sedimentos utilizando principios magnetohidrodinámicos y efectos magneto-químicos.

Otro rasgo distintivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para prevenir y

reducir los problemas de acumulación de materiales indeseados sobre las superficies en contacto con el agua, el cual: (1)- es del tipo no intrusivo, lo que facilita su instalación, (2)- se puede montar sobre tuberías tanto no magnéticas, como magnéticas, debido al diseño con acoplamiento magnético de sus circuitos, (3)- es fácilmente adaptable a tuberías de diferente diámetro sin afectar significativamente la eficiencia en la generación del campo magnético de trabajo, ya que mantiene cerrado el circuito magnético alrededor de la tubería, minimizando así las fugas del campo magnético hacia el exterior, (4)- ha sido concebido en forma modular, lo que lo hace fácilmente transportable, desarmable y reconfigurable, permitiendo adaptarlo a diferentes situaciones de acuerdo a los requerimientos del tratamiento magnético, (5)- no obstruye el flujo del agua en el conducto, (5)- no requiere de mantenimiento, (6)- es económico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS:

Los dibujos acompañantes ilustran una materialización preferida de la invención y, junto con la descripción general de esta dada anteriormente, sirven para explicar sus principios.

La FIG. 1 es una vista en perspectiva del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería, así como de todas las partes que lo componen con sus referencias visibles.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva más detallada de las partes que componen el dispositivo objeto de la presente invención con sus referencias correspondientes.

La FIG.3 es una vista en perspectiva de dos dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, montados sobre una tubería en la configuración de acoplamiento magnético, así como de todas las partes que los componen con sus referencias visibles.

La FIG.4 es una vista en perspectiva de cuatro dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, montados sobre una tubería en la configuración de acoplamiento magnético, así como de todas las partes que los componen con una selección de sus referencias visibles.

La FIG. 5 es una ilustración, mediante una simulación numérica, del campo magnético generado en la región de trabajo de la tubería por dos dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, acoplados magnéticamente con el arreglo NN-SS.

La FIG. 6 es una ilustración, mediante una simulación numérica, del campo magnético generado en la región de trabajo de la tubería por dos dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, acoplados magnéticamente con el arreglo NS-SN.

La FIG. 7 es una ilustración, mediante una simulación numérica, del campo magnético generado en la región de trabajo de la tubería por dos dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, acoplados magnéticamente con el arreglo NS-NS.

La FIG. 8 es una ilustración, mediante una simulación numérica, del campo magnético generado en la región de trabajo de la tubería por dos dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, acoplados magnéticamente con el arreglo NN-NN.

La descripción general anterior y la siguiente descripción detallada son meramente ilustrativas de la invención genérica, por lo que les podrá sugerir modos, ventajas y casos particulares adicionales a los expertos en la materia sin apartarse del espíritu y el alcance de la misma.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA MATERIALIZACIÓN PREFERIDA:

El dispositivo de las FIGs. 1 y 2 comprende un arreglo de dos bloques de imanes permanentes **1a** y una envoltura de enfoque y protección, hecha de un material metálico ferromagnético, de espesor y forma adecuados, la cual forma un circuito magnético cerrado alrededor de la tubería **2**, de longitud regulable en hasta $\pm 1/5$ del diámetro de la tubería, y está destinada a enfocar el campo magnético generado por los imanes **1a** hacia la tubería **2**, disminuyendo significativamente al mismo tiempo la dispersión del campo magnético hacia el exterior. Los dos imanes permanentes **1a** se fijan a la tubería **2** a la manera de las dos tapas de un sándwich, formando así lo que ha sido denominado aquí como “un grupo de trabajo sándwich”. La envoltura de enfoque y protección comprende una funda exterior **3** y una funda interior **4** desmontables, las cuales acomodan cada una, uno de los dos bloques de imanes **1a** que forman el arreglo, los cuales se acomodan a su vez en fundas de sujeción **1b** en forma de caja, hechas de un material no magnético de pequeño espesor, preferiblemente aluminio, bronce o acero no magnético. Las fundas de enfoque y protección exterior **3** e interior **4** definen una sección que tiene un fondo plano, dispuesta contra los imanes, así como aletas que se extienden hacia afuera de dicho fondo formando un ángulo obtuso con este, las cuales en su tramo final se extienden paralelamente al eje que pasa por los dos imanes que forman el grupo de trabajo sándwich. Las fundas de sujeción **1b** se fijan a las fundas de enfoque y protección **3** y **4** mediante tornillos metálicos magnéticos **5** que pasan a través de los agujeros **6**.

El control de la profundidad de inserción de la funda exterior **3** en la funda interior **4** se hace con ayuda de los agujeros alargados **7**, los agujeros con rosca **8**, y los tornillos metálicos magnéticos **5**, lo que permite fijar el dispositivo a tuberías de varios diámetros.

De acuerdo con el diseño del dispositivo, los dos bloques de imanes **1a** se pueden enfrentar a través de la tubería **2** con la polaridad opuesta (arreglo NS) o con la misma polaridad (arreglo NN), pudiendo ser la tubería de material no magnético o de material magnético.

Las fundas de enfoque y protección exterior **3** e interior **4** tienen partes salientes iguales **9**, con una longitud no menor que $1/5$ de la longitud de los imanes en la dirección del eje de la tubería y no mayor que $2/5$ de dicha longitud, las cuales permiten el acoplamiento magnético apropiado entre dispositivos. La FIG.3 es una vista en perspectiva de dos dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, montados sobre una tubería **2** en la configuración de acoplamiento magnético, así como de todas las partes que los componen con sus referencias visibles. La posición de los dispositivos se fija mediante las placas metálicas magnéticas **10** y los tornillos **5**, pasantes a través de los agujeros **6**.

De acuerdo con los requerimientos del tratamiento magnético, el acoplamiento magnético de dos dispositivos se puede configurar de cuatro formas diferentes: 1- NN-SS (FIG. 5), 2- NS-SN (FIG. 6), 3- NS-NS (FIG. 7) y 4- NN-NN (FIG. 8). En todas las simulaciones se muestra el campo magnético de los imanes dentro de la región de trabajo de la tubería. Los arreglos de imanes con los esquemas NN-SS y NN-NN generan un campo magnético en el interior de la tubería predominantemente longitudinal, mientras que con los esquemas NS-SN y NS-NS el campo magnético generado es predominantemente transversal. El dispositivo objeto de la presente invención se puede acoplar magnéticamente con otros similares a lo largo de la tubería para formar también unidades de tratamiento magnético de más de dos dispositivos acoplados. En este caso, se pueden alternar a lo largo de la tubería los arreglos NN y SS, así como los arreglos NS y SN. Así mismo, se pueden repetir sucesivamente los arreglos NS, sin embargo, no se recomienda repetir los arreglos NN. La FIG.4 es una vista en perspectiva de cuatro dispositivos como el dispositivo objeto de la presente invención, montados sobre una tubería en la configuración de acoplamiento magnético, así como de todas las partes que los componen.

A continuación se describirán seis ejemplos de realización del dispositivo propuesto y dos ejemplos de comparación con dispositivos diferentes a este, los cuales evidencian que el dispositivo objeto de la presente invención es efectivo en el control de las incrustaciones y la corrosión, así como en el enfoque del campo magnético hacia la región de trabajo y en la minimización de las fugas de este hacia el exterior, y que es mejor que otros del arte prior.

Se consideró una muestra de agua potable procedente de la red de abastecimiento local, cuya caracterización físico-química se muestra en la siguiente tabla:

| Dureza como CaCO_3 (mg/l) | Calcio como Ca^{2+} (mg/l) | Magnesio como Mg^{2+} (mg/l) | Cloruros como Cl^- (mg/l) | pH | T ($^{\circ}\text{C}$) |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| 121.6 ± 1.9 | 32.47 ± 0.56 | 9.71 ± 0.12 | 31.74 ± 0.61 | 7.48 ± 0.02 | 28.1 ± 0.3 |

El dispositivo utilizado para el tratamiento magnético del agua anterior es el resultante del acoplamiento magnético NS-SN de dos dispositivos como el del objeto de la presente invención, montado sobre una tubería magnética de acero inoxidable 416 de 2.664 cm de diámetro interior y 3.38 mm de espesor, en el cual los imanes permanentes son bloques de NdFeB con un producto energético de 33 MGOe, magnetizados a través del espesor, de 3 cm de ancho, 5 cm de largo y 2 cm de espesor, la envoltura de enfoque y protección es de acero 1006 de 3 mm de espesor, con partes salientes de 1 cm de longitud, las fundas de sujeción son cajas de aluminio de 1 mm de espesor, ajustadas a las dimensiones de los imanes, las placas para fijar los dos dispositivos acoplados magnéticamente son de hierro puro de 3 cm de ancho, 2 cm de largo y 2 mm de espesor, los dos arreglos de imanes están separados 2 cm entre sí, la longitud de la región de trabajo del dispositivo resultante es de 12 cm y el valor medio de la inducción magnética en dicha región es de 0.0719 T. En lo que sigue, éste dispositivo será referido como IPRGSA-1.

Se colocaron muestras metálicas de ensayo en un lugar apropiado en el interior de la tubería, a una temperatura de 70 $^{\circ}\text{C}$, con el objetivo de determinar el espesor de la capa incrustada (e_i) y el espesor de la capa corroída (e_c) a los 15, 30, 45 y 60 días. La velocidad media de flujo del agua fue de 1.5 m/s, por lo que el tiempo de exposición del agua al campo magnético de trabajo fue de 12 cm / 150 cm/s = 0.08 s. Determinando el espesor de la capa incrustada y el de la capa corroída en las muestras de ensayo expuestas al agua sin tratamiento magnético y al agua con tratamiento magnético, como resultado del tratamiento magnético se obtuvieron las disminuciones relativas de espesores que se muestran en la siguiente tabla, las cuales demuestran que el dispositivo objeto de la presente invención es efectivo en el control de las incrustaciones y la corrosión:

| Indicador | Tiempo de exposición (días) | | | |
|------------------|-----------------------------|----------|----------|----------|
| | 15 | 30 | 45 | 60 |
| $\Delta e_i(\%)$ | -94.7802 | -94.6154 | -94.7308 | -94.6667 |
| $\Delta e_c(\%)$ | -45.5224 | -55.2239 | -64.0199 | -70.5773 |

El valor máximo de la inducción magnética de fuga del dispositivo IPRGSA-1, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.0112 T, y el medido a 10 cm fue de 0.00207 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección dichos valores aumentaron hasta 0.0272 T y 0.00444 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo

disminuyó hasta 0.0284 T. Estos resultados son una demostración de los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería magnética. Se debe notar, además, que en este caso, en ausencia de la envoltura de enfoque y protección magnética el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo está por debajo del límite inferior de 0.05 T reportado para la observación del efecto antiincrustante del tratamiento magnético del agua.

En una materialización de prueba del dispositivo objeto de la presente invención, que se diferencia del IPRGSA-1 solo en que este es montado sobre una tubería no magnética, el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo fue de 0.2622 T, mientras que el valor máximo de la inducción magnética de fuga, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.00714 T, y el medido a 10 cm fue de 0.00125 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección dichos valores aumentaron hasta 0.0225 T y 0.00355 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo disminuyó hasta 0.2149 T. Estos resultados son otra demostración de los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería no magnética.

En una materialización de prueba del dispositivo objeto de la presente invención, que se diferencia del IPRGSA-1 solo en que este es montado sobre una tubería no magnética y en que los imanes tienen un espesor de 1 cm y son de ferrita anisótropa de 3.7 MGOe, el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo fue de 0.0738 T, mientras que el valor máximo de la inducción magnética de fuga, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.000033T, y el medido a 10 cm fue de 0.000013 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección dichos valores aumentaron hasta 0.00475 T y 0.00069 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo disminuyó hasta 0.0474 T. Estos resultados son otra demostración de los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería no magnética, así como su dependencia de las dimensiones y del producto energético de los imanes. Se debe notar, además, que en este caso, en ausencia de la envoltura de enfoque y protección el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo está por debajo del límite inferior de 0.05 T reportado para la observación del efecto antiincrustante del tratamiento magnético del agua.

En una materialización de prueba del dispositivo objeto de la presente invención, que se diferencia del IPRGSA-1 en que este no es el resultante del acoplamiento magnético de dos dispositivos en la configuración NS-SN, sino un único dispositivo en la configuración NS, el

cual se diferencia además en que el mismo es montado sobre una tubería no magnética y en que los imanes tienen un espesor de 1 cm y son de ferrita anisótropa de 3.7 MGOe, la longitud de la región de trabajo es de 5 cm y el valor medio de la inducción magnética determinado en esta fue de 0.0822 T, mientras que el valor máximo de la inducción magnética de fuga, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.000021 T, y el medido a 10 cm fue de 0.000011 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección magnética dichos valores aumentaron hasta 0.0052 T y 0.0010 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo disminuyó hasta 0.0508 T. Estos resultados son otra demostración de los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería no magnética.

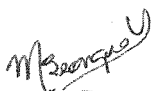
En una materialización de prueba de un dispositivo para el tratamiento magnético del agua igual al revelado en la patente **JP2002227729**, montado sobre una tubería no magnética de 2.664 cm de diámetro interior y 3.38 mm de espesor, en el cual los imanes permanentes son bloques de ferrita anisótropa de 3.7 MGOe, magnetizados a través del espesor, de 3 cm de ancho, 5 cm de largo y 1 cm de espesor y la envoltura de enfoque y protección es de acero 1006 de 3 mm de espesor, el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo fue de 0.0668 T, mientras que el valor máximo de la inducción magnética de fuga, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.00217 T, y el medido a 10 cm fue de 0.00057 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección dichos valores aumentaron hasta 0.0050 T y 0.0010 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo disminuyó hasta 0.0508 T. Estos resultados son una demostración de que los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención son más fuertes que los del dispositivo revelado en la patente **JP2002227729**.

En una materialización de prueba de un dispositivo para el tratamiento magnético del agua, diferente del dispositivo objeto de la presente invención, que se diferencia del IPRGSA-1 solo en que el circuito magnético formado por las fundas de enfoque y protección magnética se extiende ininterrumpidamente a lo largo de la región abarcada por el dispositivo, el valor máximo de la inducción magnética de fuga medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.0100 T, y el medido a 10 cm fue de 0.00172 T, valores que son, respectivamente, un 10.7 % y un 16.9 % menores que los obtenidos con el dispositivo objeto de la presente invención. El valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo fue de 0.0739 T, el cual es solamente 1.028 veces mayor que el valor de 0.0719 T obtenido con el dispositivo objeto de la presente invención. Sin embargo, la masa del circuito magnético formado por las fundas de enfoque y protección magnética del

dispositivo de prueba fue de 1.17 kg, mientras que la del dispositivo objeto de la presente invención fue de 0.893 kg, es decir, 1.31 veces menor. En la práctica, las diferencias obtenidas tanto en el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo, como en el valor máximo de la inducción magnética de fuga, se pueden considerar despreciables. En este caso la diferencia de masa obtenida demuestra la ventaja de un circuito magnético de enfoque y protección interrumpido, como el del dispositivo objeto de la presente invención.

En una materialización de prueba del dispositivo objeto de la presente invención, que se diferencia del IPRGSA-1 solo en que este no es el resultado del acoplamiento magnético de dos dispositivos en la configuración NS-SN, sino en la configuración NN-SS, el valor medio de la inducción magnética determinado en esta fue de 0.0625 T, mientras que el valor máximo de la inducción magnética de fuga, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.00973 T, y el medido a 10 cm fue de 0.00138 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección magnética dichos valores aumentaron hasta 0.0210 T y 0.0029 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo disminuyó hasta 0.0426 T, el cual está por debajo del límite inferior de 0.05 T reportado para la observación del efecto antiincrustante del tratamiento magnético del agua. Estos resultados son otra demostración de los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería magnética.

En una materialización de prueba del dispositivo objeto de la presente invención, que se diferencia del IPRGSA-1 solo en que este no es el resultado del acoplamiento magnético de dos dispositivos en la configuración NS-SN, sino en la configuración NN-NN, y está montado sobre una tubería no magnética, el valor medio de la inducción magnética determinado en la región de trabajo fue de 0.1042 T, mientras que el valor máximo de la inducción magnética de fuga, medido a 5 cm del dispositivo fue de 0.00588 T, y el medido a 10 cm fue de 0.00138 T. En ausencia de la envoltura de enfoque y protección magnética dichos valores aumentaron hasta 0.0162 T y 0.00335 T, respectivamente, mientras que el valor medio de la inducción magnética en la región de trabajo disminuyó hasta 0.0902 T. Estos resultados son otra demostración de los efectos referidos de enfoque y protección magnética de la envoltura del dispositivo objeto de la presente invención, montado sobre una tubería no magnética.



Mónica Rosario Berenguer Úngaro

Representante legal

Dispositivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro

REIVINDICACIONES:

Lo que se reivindica es:

1. Un dispositivo del tipo no intrusivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro, el cual consta de un arreglo de dos imanes permanentes (1a) en forma de bloque y una envoltura de enfoque y protección magnética, hecha de un material metálico magnético, la cual consta de una funda exterior (3) y una funda interior (4) desmontables, que acomodan cada una uno de los bloques de imanes (1a) que forman el arreglo, los cuales se acomodan a su vez en fundas de sujeción en forma de caja (1b), hechas de un material no magnético, **caracterizado porque** la envoltura de enfoque y protección magnética forma un circuito magnético cerrado alrededor de la tubería, de longitud regulable en hasta $\pm 1/5$ del diámetro de la tubería.
2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** las fundas de enfoque y protección exterior e interior definen una sección que tiene un fondo plano, dispuesta contra los imanes, así como aletas que se extienden hacia afuera de dicho fondo formando un ángulo obtuso con este, las cuales en su tramo final se extienden paralelamente al eje que pasa por los dos bloques de imanes acomodados por dichas fundas.
3. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la funda de enfoque y protección exterior (3) posee dos agujeros alargados (7), ubicados uno frente al otro en las partes laterales paralelas, simétricamente con relación a los bordes.
4. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la funda de enfoque y protección interior (4) posee dos agujeros con rosca (8), ubicados uno frente al otro en las partes laterales paralelas, simétricamente con relación a los bordes.
5. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la posición de la funda de enfoque y protección exterior (3) con relación a la funda de enfoque y protección interior (4) se fija mediante tornillos metálicos magnéticos (5), los cuales pasan a través de los agujeros alargados (7) de la funda de enfoque y protección exterior (3) y se enroscan firmemente en los agujeros (8) de la funda de enfoque y protección interior (4).
6. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la


funda de enfoque y protección exterior (3) y la funda de enfoque y protección interior (4) tienen partes salientes iguales (9), con una longitud no menor que $1/5$ de la longitud de los imanes en la dirección del eje de la tubería y no mayor que $2/5$ de dicha longitud, dotadas de dos agujeros (6) cada una, ubicados simétricamente con relación a las partes laterales, las cuales permiten la sujeción de los imanes (1a) y el acoplamiento magnético apropiado entre dispositivos.

7. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en una variante del mismo el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos opuestos (arreglo NS), por lo que en la región de trabajo este es predominantemente transversal, mientras que en otra variante dicho campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan con polos iguales (arreglo NN o arreglo SS), por lo que en la región de trabajo este es predominantemente longitudinal.

8. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en las variantes del acoplamiento magnético de dos o más dispositivos, el circuito magnético formado por las fundas de enfoque y protección magnética del dispositivo resultante no se extiende ininterrumpidamente a lo largo de la región abarcada por este.

9. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en una variante del acoplamiento magnético de dos dispositivos el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos opuestos formando el arreglo NS-SN, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente transversal y alternado, mientras que en otra variante el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos opuestos formando el arreglo NS-NS, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente transversal pero no alternado.

10. Un dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en una variante del acoplamiento magnético de dos dispositivos el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos iguales formando el arreglo NN-SS, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente longitudinal y alternado, mientras que en otra variante el campo magnético es generado por imanes permanentes que se enfrentan a través de la tubería con polos iguales formando el arreglo NN-NN, por lo que en la región de trabajo este es predominantemente longitudinal y alternado.


Mónica Rosario Berenguer Úngaro
Representante legal



Dispositivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro

DIBUJOS:

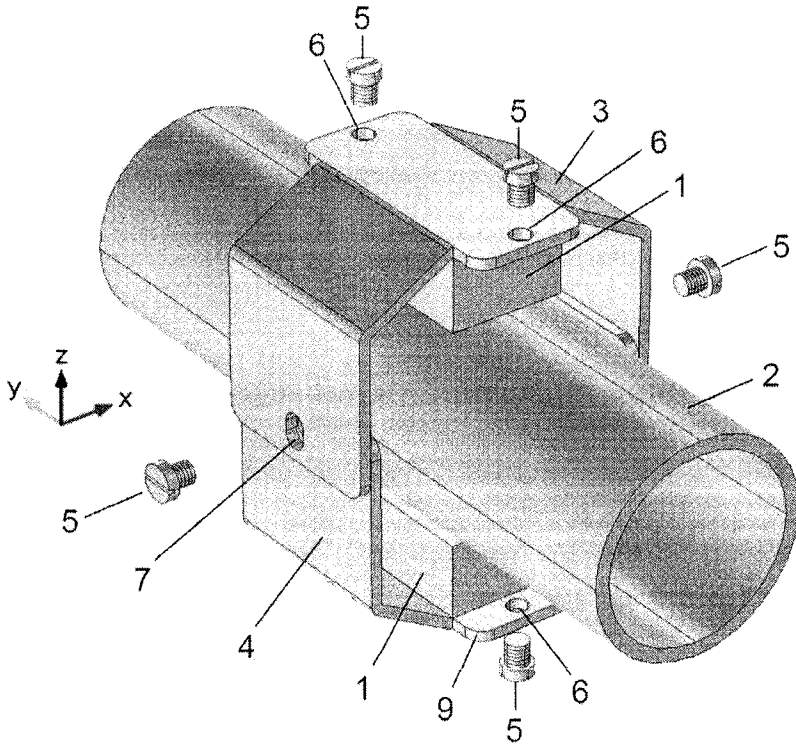


FIG. 1

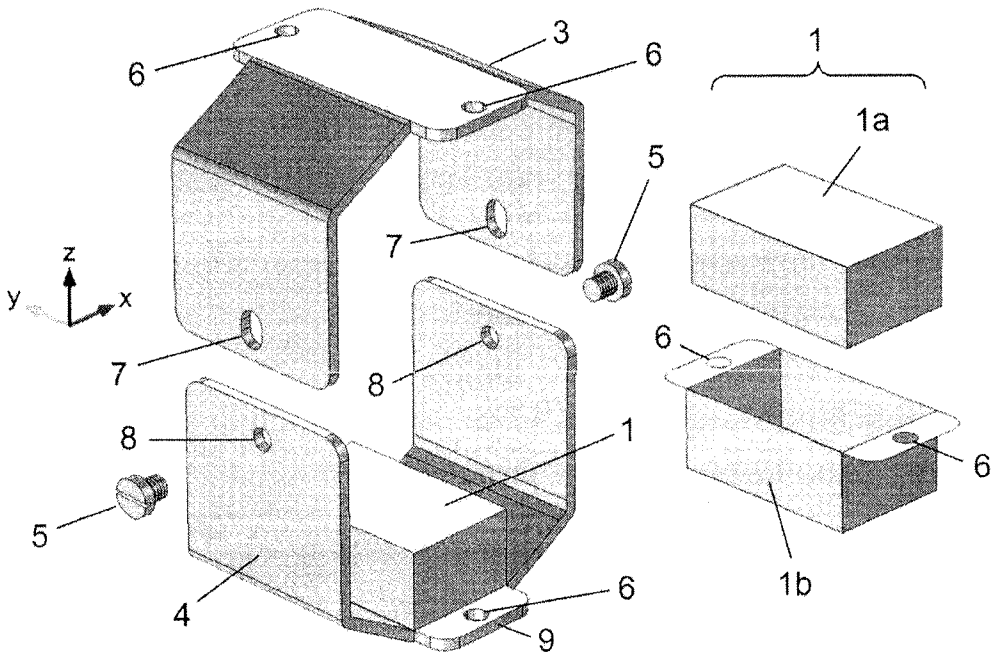
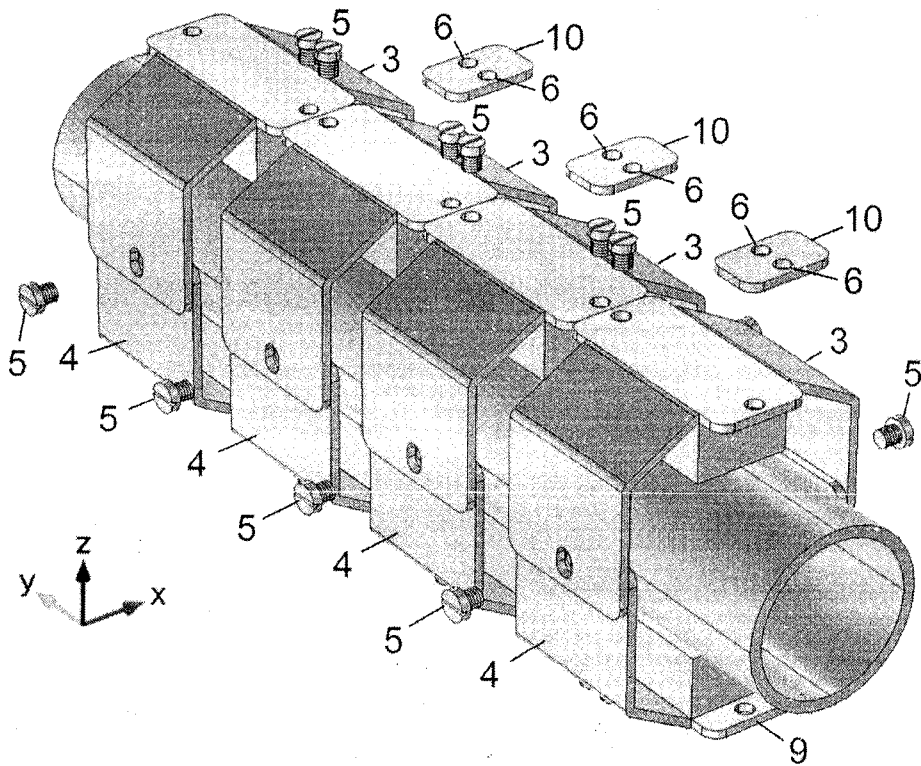
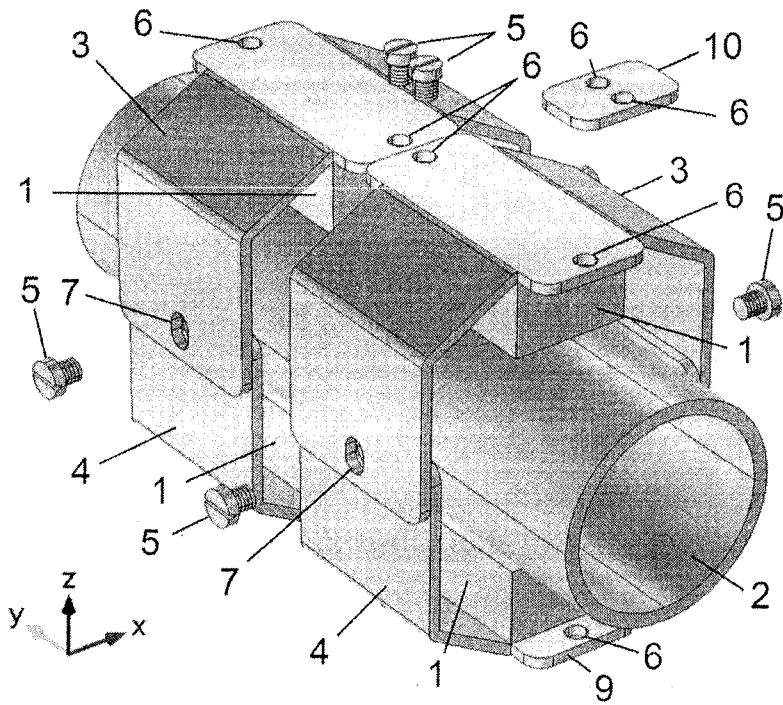
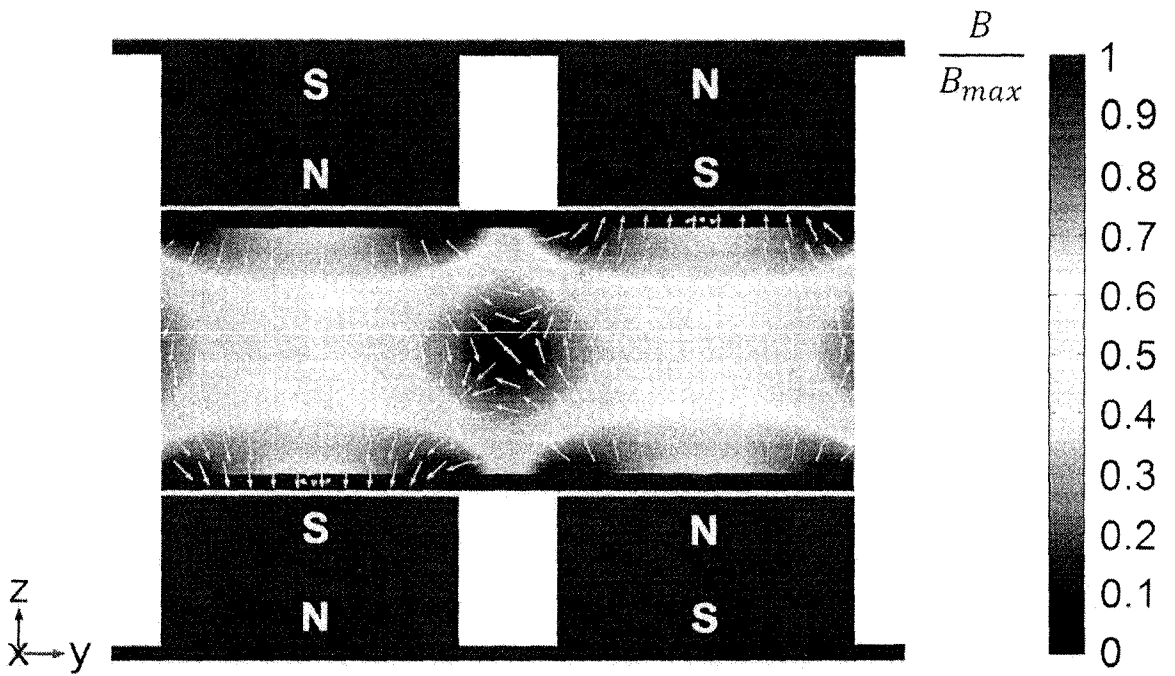
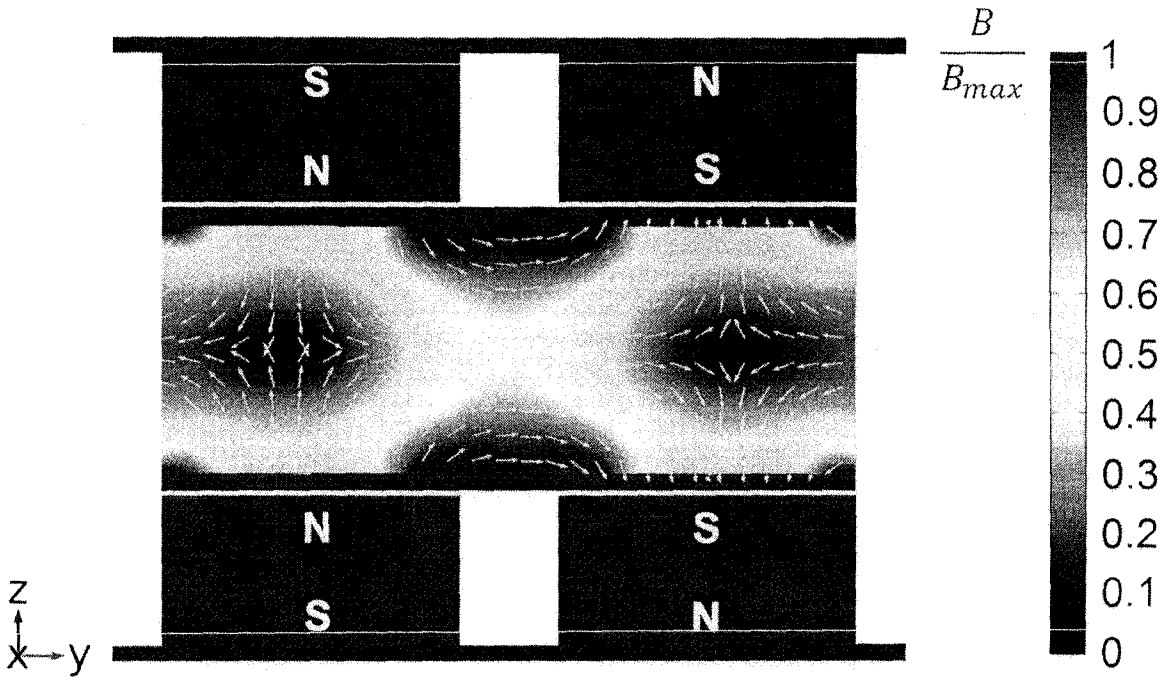


FIG. 2





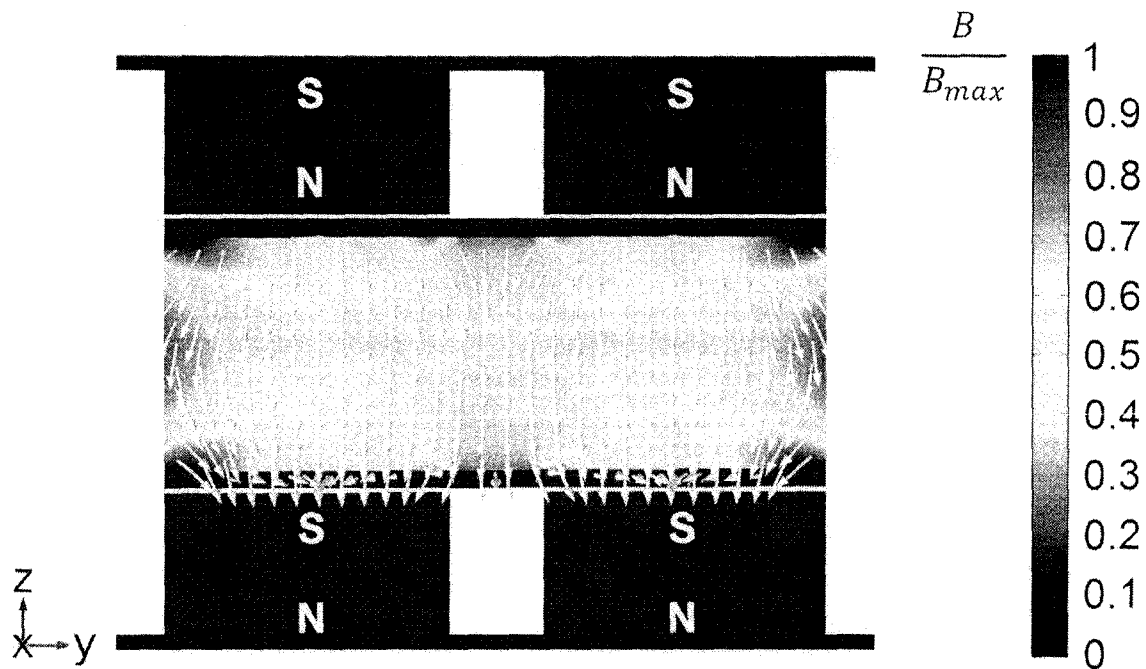


FIG. 7

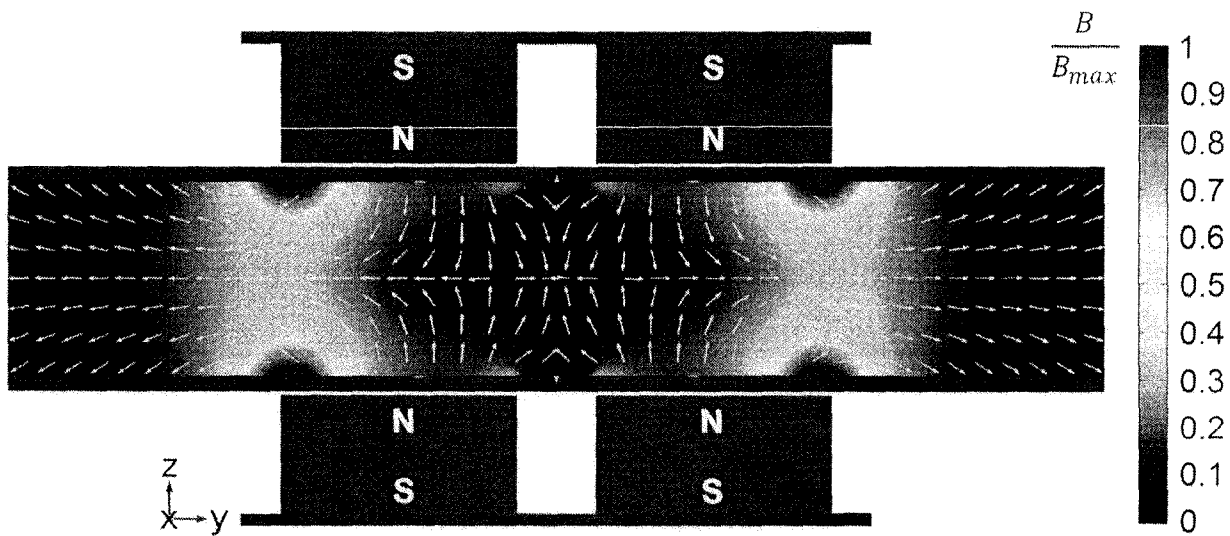


FIG. 8

M. Berenguer

Mónica Rosario Berenguer Úngaro
 Representante legal



Dispositivo para el tratamiento magnético del agua en tuberías magnéticas y no magnéticas de hasta 2 pulgadas de diámetro

RELACIÓN DE COMPONENTES CON SU SIGNO DE REFERENCIA CORRESPONDIENTE:

Fundas de sujeción con imán en su interior:

Signo de referencia: 1

Imanes:

Signo de referencia: 1a

Fundas de sujeción:

Signo de referencia: 1b

Tubería:

Signo de referencia: 2

Funda exterior de la envoltura de enfoque y protección:

Signo de referencia: 3

Funda interior de la envoltura de enfoque y protección:

Signo de referencia: 4

Tornillos de fijación:

Signo de referencia: 5

Agujeros:

Signo de referencia: 6

Agujeros alargados:

Signo de referencia: 7

Agujeros con rosca:

Signo de referencia: 8

Partes salientes para el acoplamiento apropiado entre dispositivos:

Signo de referencia: 9

Placas para fijar dos dispositivos acoplados magnéticamente:

Signo de referencia: 10

M Berenguer
Mónica Rosario Berenguer Úngaro

Representante legal

