

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 296**

51 Int. Cl.:

G01D 5/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2009 E 09740345 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2326919**

54 Título: **Captador de posición lineal o rotativo de imán permanente para la detección de un objetivo ferromagnético**

30 Prioridad:

24.09.2008 FR 0805261

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

18.02.2015

73 Titular/es:

**MOVING MAGNET TECHNOLOGIES (MMT)
(100.0%)**

**ZAC La Fayette 1 rue Christiaan Huygens
25000 Besançon, FR**

72 Inventor/es:

FRACHON, DIDIER

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 529 296 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

Captador de posición lineal o rotativo de imán permanente para la detección de un objetivo ferromagnético

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere al campo de los captadores magnéticos de posición sin contacto (lineal o rotativo) que comprende al menos un imán permanente y al menos un elemento de medición del campo magnético sensible a la amplitud y/o a la dirección del campo magnético. La invención se refiere más particularmente a unos captadores utilizados para determinar la presencia de una pieza ferromagnética en movimiento (captador digital) o su posición lineal o angular (captador analógico).

Estado de la técnica anterior

15 Los captadores magnéticos (digitales y analógicos) de posición lineal o angular tienen numerosas ventajas:

- ningún contacto mecánico con la parte móvil, y por tanto ningún desgaste,
- insensibilidad a la suciedad,
- reducido coste de producción,
- larga vida útil.

25 Los captadores magnéticos utilizados para determinar la posición y/o la velocidad de una pieza ferromagnética (pieza que presenta unos dientes sobre su periferia) se utiliza típicamente en la industria del automóvil para conocer la posición/velocidad del árbol de levas con el objetivo de controlar el encendido electrónico del motor.

30 La mayor parte de los captadores digitales magnéticos de posición sin contacto utilizan unos imanes permanentes de forma cilíndrica imantados axialmente asociados a varios elementos magneto-sensibles (sonda diferencial) y ello con el objetivo de eliminar la inducción media vista por las sondas. En efecto, debido a la forma del imán, la inducción vista por una sonda es muy elevada y por lo tanto muy sensible a las variaciones de las propiedades magnéticas del imán con las variaciones de temperatura. El cálculo de la diferencia de inducción entre los dos elementos magneto-sensibles permite anular la inducción media pero por el contrario se convierte en difícil entonces conocer la posición del elemento a detectar en el arranque del sistema. La utilización de varios elementos magneto-sensibles induce igualmente un coste más importante y un volumen global del captador más elevado.

35 Existen igualmente unos sistemas que utilizan un imán permanente, sustancialmente cilíndrico que presenta una cavidad, asociada a un único elemento magneto-sensible. El imán que presenta una cavidad permite disminuir la inducción media a la altura del elemento magneto-sensible y por lo tanto la utilización de un único elemento magneto-sensible. Estos sistemas permiten igualmente conocer la posición del elemento a detectar desde la puesta en marcha del captador.

45 La tendencia actual para este tipo de captador es tener unos captadores cada vez más pequeños sin pérdida por ello de los rendimientos. Los dos tipos de sistemas descritos anteriormente no permiten una disminución sustancial del volumen sin sacrificar los rendimientos. Además, la distancia entre el elemento a detectar (objetivo) y el captador es igualmente cada vez más grande y es necesario garantizar los rendimientos y esto no puede realizarse más que por un incremento de la variación de la inducción magnética a la altura del elemento magneto-sensible en función de la posición del objetivo.

50 Se conoce, en el estado de la técnica, la Patente FR2724722 del solicitante y la Patente US6043646 que describen un captador de posición/velocidad digital con un imán permanente sustancialmente cilíndrico que utiliza un único elemento magneto-sensible. Los sistemas descritos permiten obtener a la altura del elemento magneto-sensible una inducción media muy próxima a 0 G, pero cualquier disminución del tamaño del imán implica una disminución de la sensibilidad del captador y por lo tanto una disminución de los rendimientos.

55 Se conoce igualmente la Patente US5781005 que describe un captador digital de posición utilizado para la detección de una pieza ferromagnética que presenta una pluralidad de dientes. Este captador utiliza dos imanes permanentes imantados en una misma dirección y pegados contra una placa ferromagnética. Una sonda de efecto Hall colocada por encima de este conjunto, entre el objetivo y el imán, mide la variación de la inducción magnética en una dirección paralela a la imantación. Estando colocado el elemento magneto-sensible de la sonda en la proximidad del objetivo. Con un sistema de ese tipo, es difícil tener una inducción media próxima a 0 G y una disminución del diámetro exterior conduce a una disminución de los rendimientos.

65 Se conoce igualmente en el estado de la técnica la patente de FR2845469 de la solicitante, que describe un captador analógico de posición lineal o rotativo. Este captador analógico mide la posición de una pieza

ferromagnética en movimiento (lineal o rotativo) por medio de la variación de la inducción generada por la variación de reluctancia entre una pieza ferromagnética y un imán permanente, siendo medida la variación de la inducción mediante una sonda de efecto Hall. El problema de este sistema es que la reducción del tamaño del captador que comprende el imán y la sonda implica una disminución de los rendimientos y una dificultad para trabajar con una inducción media a la altura de la sonda de efecto Hall próxima a 0 Gauss.

Exposición de la invención

La presente invención se propone remediar los inconvenientes del estado de la técnica realizando un captador de posición de dimensiones reducidas que permita detectar una información de posición desde que se alimenta el captador, sin alterar sus rendimientos.

Para hacer esto, la invención se propone utilizar un imán permanente sensiblemente con forma de paralelepípedo o de cilindro que presenta una cavidad, en la que se inserta al menos un elemento magneto-sensible y una pieza ferromagnética con forma sustancialmente de cono.

Con este título, la invención se refiere a un captador magnético sin contacto adecuado para medir el desplazamiento angular o lineal de al menos un objetivo ferromagnético móvil (4), que comprende al menos un imán permanente (1), al menos un elemento ferromagnético (2) y al menos un elemento magneto-sensible (3), presentando el imán permanente una superficie superior en relación al objetivo ferromagnético (4) en la que el imán permanente (1) tiene una forma sensiblemente cilíndrica o paralelepipedica y presenta una cavidad (5), estando colocado el elemento ferromagnético (2) en el interior de la cavidad (5) y estando colocado el elemento magneto-sensible en la cavidad (5) por encima del elemento ferromagnético (2) y por debajo de la superficie superior del imán (1).

Este captador es capaz de aportar en un volumen reducido unos rendimientos iguales o incluso superiores a los captadores actuales.

Según una variante no limitativa, el imán permanente será cilíndrico con forma de U imantados sustancialmente axialmente.

Preferiblemente, se colocará una pieza ferromagnética cónica truncada en el interior de la cavidad del imán permanente. Esta pieza cónica tendrá su base fija sobre la parte horizontal de la U del imán permanente. Esta pieza ferromagnética tiene como objetivo canalizar las líneas de campo generadas por el imán hacia el o los elementos magneto-sensibles y crear una zona de inducción reducida cuando el captador no está en presencia del objetivo a detectar. La forma de cono truncado de la pieza ferromagnética no es limitativa, por ejemplo se podría concebir igualmente una pirámide truncada de base rectangular.

Preferiblemente, el elemento magneto-sensible se colocará por encima de la parte truncada del cono ferromagnético en una zona de inducción media próxima a 0 G y medirá la componente axial del campo magnético más cercana a la parte más estrecha del cono ferromagnético truncado. De manera práctica, los elementos magneto-sensibles (sonda de efecto Hall, AMR, GMR,...) están disponibles generalmente encapsulados en una caja plástica. Es imposible entonces poner al elemento magneto-sensible en contacto con el elemento ferromagnético sino que la caja que contiene al elemento magneto-sensible se colocará de manera que se minimice la distancia entre la pieza ferromagnética y el elemento magneto-sensible.

Preferiblemente, las partes verticales de la U del imán permanente sobresalen de los dos lados del elemento magneto-sensible y lo más próximos al objetivo a detectar.

Preferiblemente, el elemento magneto-sensible será una sonda simple de efecto Hall de tipo interruptor de umbral de conmutación fijo próximo a 0 G. En una variante, el elemento magneto-sensible será una sonda de efecto Hall de tipo interruptor de umbral programable.

En otra variante, el elemento magneto-sensible es una sonda de efecto Hall lineal y programable.

En otra variante, el elemento magneto-sensible colocado en la cavidad será sensible en la dirección del campo magnético.

La invención presenta varias ventajas con relación a las soluciones de la técnica anterior:

- un rendimiento igual con la posibilidad de reducir el tamaño del captador,
- un volumen de imán más reducido y por lo tanto un coste de fabricación menos elevado,
- rendimiento incrementado en términos de entrehierro de trabajo, posibilidad de trabajar con un entrehierro objetivo-imán más grande mientras se conservan unos rendimientos elevados,

- utilización de una sonda de efecto Hall simple y por lo tanto económica.

Una de las ventajas de esta invención es de entrada que la reducción del volumen permite mantener unos rendimientos elevados mientras se induce una ventaja económica gracias a que el volumen del imán para el funcionamiento del captador es reducido.

Por razones de fabricación, la base de la pieza ferromagnética se puede sobremoldear directamente en el imán, esto permite reforzar la resistencia mecánica del conjunto.

La forma del imán es simple y es compatible con los procedimientos de realización utilizados para la fabricación de imanes permanentes. Se pueden utilizar unos imanes a base de ferrita, NbFeB o SMCo, por ejemplo, con diferentes métodos de fabricación tal como la inyección, el prensado o la aleación.

Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción y de las figuras que siguen:

- Las figuras 1a a 1d representan varias estructuras de la técnica anterior (en el orden US5781005, FR2845469, FR2724722, US6043646), presentando una pieza ferromagnética insertada entre dos imanes imantados axialmente y dos estructuras que presentan un imán con una cavidad.
- La figura 2 representa la configuración preferente de la presente invención.
- La figura 3 representa una configuración alternativa de la presente invención.
- La figura 4 representa el captador según la presente invención asociado a un objetivo rectangular que tiene un movimiento de traslación.
- La figura 5 representa una variante analógica del captador según la presente invención asociado con un objetivo de perfil variable que tiene un movimiento de traslación.
- La figura 6 representa las líneas de campo en el sistema con el imán solamente.
- La figura 7 representa las líneas de campo en el sistema con el imán y el objetivo a detectar.
- La figura 8 representa la variación de la inducción, a la altura del elemento de efecto Hall, medida por el captador de la presente invención en función de la posición longitudinal del objetivo a detectar. Esta variación de señal se compara con la variación de la inducción en el caso de la estructura de la técnica anterior.
- La figura 9 representa la modulación de la inducción en función del entrehierro de medición para la estructura de la presente invención y la estructura de la técnica anterior.
- La figura 10 representa la modulación de la inducción en función del entrehierro de medición para diferentes posiciones del elemento de efecto Hall.
- La figura 11 representa la modulación de la inducción en función de la forma del cono para diferentes posiciones del elemento de efecto Hall.

Descripción detallada de un modo de realización

Las figuras 1a a 1d representan cuatro estructuras de captadores digitales que pertenecen a la técnica anterior.

La figura 1a presenta un emparedado de dos imanes permanentes 1 y de una pieza ferromagnética 2 bajo la forma de una chapa. Por encima de este conjunto se coloca una sonda de efecto Hall 3 que mide la variación de la inducción en función de la posición del objetivo a detectar.

Las figuras 1b y 1d presentan un imán 1 con una cavidad 5 en la que se coloca una sonda 3 magneto-sensible.

La figura 1c presenta un imán 1 con una cavidad abierta 5. La sonda 3 se coloca por delante de este imán 1 entre el imán 1 y la pieza, u objetivo, ferromagnético 4 a detectar.

La figura 2 presenta un imán 1 con forma de U que tiene una imantación cuya dirección se orienta sustancialmente siguiendo su eje. En el interior de la cavidad 5 del imán con forma de U se instala una pieza ferromagnética 2 con forma de cono truncado cuya base se apoya sobre la parte horizontal de la U. Por encima de esta pieza ferromagnética se coloca una sonda de efecto Hall 3, cuyo elemento magneto-sensible se coloca lo más próximo a la parte superior de la pieza ferromagnética. La altura del cono es tal que libera un espacio suficiente para poder

insertar la sonda entre el cono y la parte superior del imán con el fin de no incrementar la distancia entre el captador y el objetivo ferromagnético a detectar.

5 La figura 3 representa una variante de la presente invención en la que hay un imán 1 con forma de U que tiene una imantación cuya dirección se orienta sustancialmente siguiendo su eje. En el interior de la cavidad 5 del imán con forma de U se instala una pieza ferromagnética 2 con forma de cono truncado cuya base se apoya sobre la parte horizontal de la U. La base de esta pieza ferromagnética es rectangular. Por encima de esta pieza ferromagnética se coloca una sonda de efecto Hall 3, cuyo elemento magneto-sensible se coloca lo más próximo a la parte superior de la pieza ferromagnética. La altura del cono es tal que libera un espacio suficiente para poder insertar la sonda entre el cono y la parte superior del imán con el fin de no incrementar la distancia entre el captador y el objetivo ferromagnético a detectar.

15 La figura 4 representa el captador según la presente invención así como una pieza ferromagnética 4 que es necesario detectar, pieza ferromagnética paralelepípedica y que presenta un desplazamiento lineal. El desplazamiento de la pieza ferromagnética puede hacerse siguiendo dos direcciones:

- o bien un movimiento transversal al objetivo en un plano sustancialmente paralelo a la cara superior del imán permanente;
- 20 - o bien un movimiento del objetivo (alejándose o aproximándose) en un plano perpendicular a la cara superior del imán permanente.

25 La figura 5 representa el captador analógico de posición lineal según la presente invención. El captador está constituido por un imán permanente 1 imantado sustancialmente axialmente, una pieza ferromagnética 2 y un elemento magneto-sensible 3. Este captador está asociado a un objetivo ferromagnético 4 de perfil variable que se desplaza transversalmente con relación al captador, definiendo este perfil por lo tanto un entrehierro variable entre el captador y dicho objetivo permitiendo obtener una variación de la inducción a la altura del elemento magneto-sensible que sigue una función predefinida lineal o no en función de la posición lineal del objetivo. El perfil del objetivo se puede ajustar con el fin de obtener una variación de inducción siguiendo no importa qué función monótona y continua.

35 La figura 6 representa las líneas de campo generadas en la estructura de la presente invención. La pieza ferromagnética cónica permite alcanzar un nivel de inducción magnética próximo a 0 G a la altura del elemento magneto-sensible porque esta pieza cónica permite atraer y concentrar las líneas de campo a la altura del elemento magneto-sensible.

La figura 7 representa las líneas de campo generadas en la estructura de la presente invención en presencia del objetivo ferromagnético a detectar.

40 La figura 8 representa la variación de la inducción magnética vista por el elemento magneto-sensible en función de la posición lineal del objetivo a detectar (véase la figura 4). Sobre esta misma curva se representa la señal para el captador según la presente invención S_1 y la señal para la estructura de la técnica anterior S_0 .

45 En presencia del objetivo (parte central de la curva) el nivel de inducción es elevado y cuando el objetivo ya no está enfrentado al captador el nivel de inducción baja para alcanzar un mínimo. Para un volumen global equivalente, la presente invención permite alcanzar una modulación de la inducción (señal con el objetivo enfrentado - sin el objetivo) netamente superior a la obtenida con la estructura de la técnica anterior.

50 La figura 9 representa una comparación de la modulación de la inducción (inductor del captador enfrentado al objetivo menos inducción del captador sin el objetivo) para la estructura de la presente invención y la estructura de la técnica anterior en función de la distancia entre el captador y el objetivo a detectar. De la misma manera que anteriormente, la señal para el captador según la presente invención S , y la señal para la estructura de la técnica anterior S_0 .

55 Cualquiera que sea la distancia objetivo-captador la presente invención aporta una ventaja neta en lo que concierne a la modulación de la inducción. Siendo este parámetro determinante para los rendimientos del captador porque determina la capacidad para trabajar con un entrehierro objetivo-captador grande y para un mismo entrehierro incrementa la relación señal a ruido y la precisión sobre la detección del objetivo.

60 La figura 10 representa para la presente invención la variación de la modulación de la inducción en función de la posición del elemento magneto-sensible con relación al vértice del imán.

65 La curva C1 representa la modulación de la inducción en función de la distancia captador-objetivo (modulación = diferencia de inducción a la altura del elemento magneto-sensible en presencia y sin el objetivo) para una distancia entre el vértice del cono y el elemento magneto-sensible igual a 0,5 mm y la curva C2 representa la modulación de la inducción para una distancia entre el vértice del cono y el elemento magneto-sensible igual a 1 mm.

Cuanto más próximo se sitúe el elemento magneto-sensible al vértice del cono ferromagnético mayor será la modulación de la inducción, siendo por supuesto límite que el elemento magneto-sensible toque el vértice del cono lo que es en realidad imposible debido a la caja que rodea al elemento magneto-sensible y que impone por lo tanto una distancia mínima.

5 La figura 11 representa la variación de la modulación de la inducción en función del radio del vértice del cono para dos posiciones del elemento magneto-sensible, siendo fijo el radio de la base del cono.

10 La curva C1 representa la modulación de la inducción en función del radio del vértice del cono para una distancia entre el vértice del cono y el elemento magneto-sensible igual a 0,5 mm y la curva C2 representa la modulación de la inducción en función del radio del vértice del cono para una distancia entre el vértice del cono y el elemento magneto-sensible igual a 1 mm.

15 La forma cónica de la pieza ferromagnética permite incrementar la modulación de la inducción, en efecto cuanto más fina sea la punta más se incrementa la modulación. Es necesario sin embargo tener en cuenta la tolerancia en la colocación del elemento magneto-sensible, en efecto cuanto más fina sea la punta del cono más sensible será a una desviación en la colocación del elemento magneto-sensible.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Captador magnético sin contacto adecuado para medir el desplazamiento angular o lineal de al menos un objetivo ferromagnético móvil (4), que comprende al menos un imán permanente (1), al menos un elemento ferromagnético (2) y al menos un elemento magneto-sensible (3), presentando el imán permanente (1) una superficie superior enfrentada al objetivo ferromagnético (4) **caracterizado por que** el imán permanente (1) tiene una forma sensiblemente cilíndrica o paralelepípedica y presenta una cavidad (5), estando colocado el elemento ferromagnético (2) en el interior de la cavidad (5) y estando colocado el elemento magneto-sensible en la cavidad (5) por encima del elemento ferromagnético (2) y por debajo de la superficie superior del imán (1).
- 10 2. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento ferromagnético (2) tiene una forma de cono truncado.
- 15 3. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento ferromagnético (2) tiene una forma de cilindro de base trapezoidal.
- 20 4. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el imán (1) presenta una imantación sustancialmente perpendicular a su base.
- 25 5. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el elemento magneto-sensible (3) mide la amplitud del campo magnético.
6. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el elemento magneto-sensible (3) mide la dirección del campo magnético.
7. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el elemento magneto-sensible (3) está lo más próximo posible a la pieza ferromagnética (2).
- 30 8. Captador magnético de desplazamiento angular o lineal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** el elemento magneto-sensible (3) es un elemento de efecto Hall.
- 35 9. Captador magnético de desplazamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el objetivo ferromagnético (4) es móvil en un plano perpendicular a la dirección de imantación.
- 40 10. Captador magnético de desplazamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** el objetivo ferromagnético (4) es móvil en un plano paralelo a la dirección de imantación.
11. Captador magnético de desplazamiento rotativo según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el objetivo ferromagnético (4) es móvil alrededor de un eje paralelo a la dirección de imantación.
- 45 12. Captador magnético de desplazamiento rotativo según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el objetivo ferromagnético (4) es móvil alrededor de un eje perpendicular a la dirección de imantación.
13. Captador magnético de desplazamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el elemento magneto-sensible (3) está colocado en una zona en la que la inducción media según la dirección de imantación es próxima a 0 Gauss.
- 50 14. Captador magnético de desplazamiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el elemento magneto-sensible (3) está asociado a un circuito electrónico de procesamiento de la señal que tiene un punto de basculación próximo a 0 Gauss.

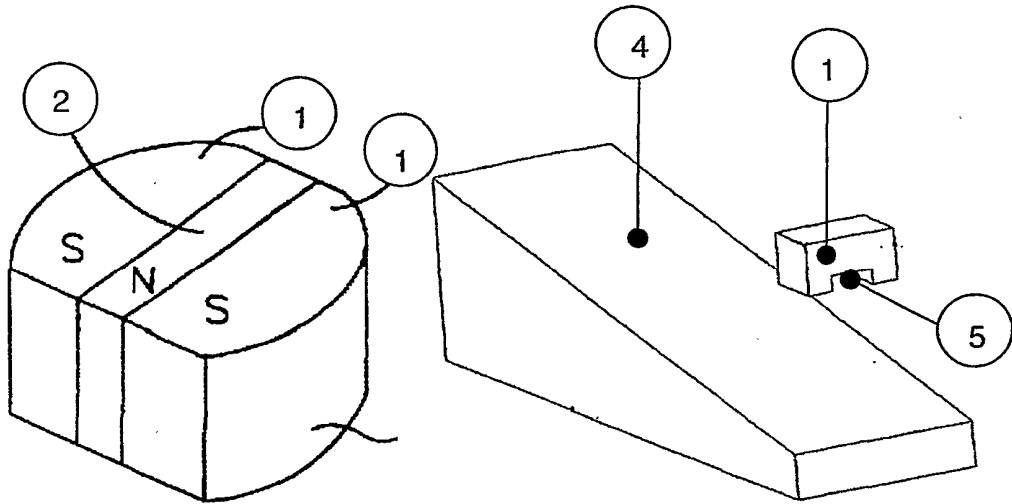


Figura 1a (técnica anterior)

Figura 1b (técnica anterior)

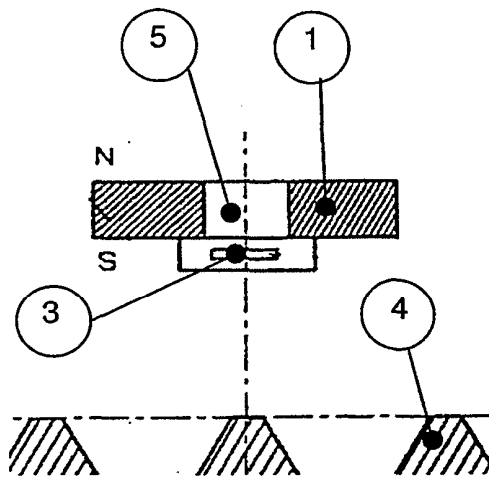


Figura 1c (técnica anterior)

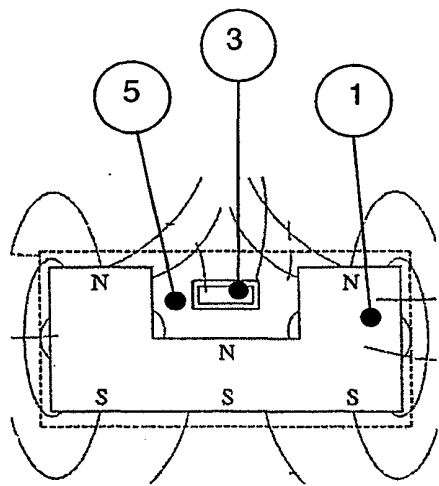


Figura 1d (técnica anterior)

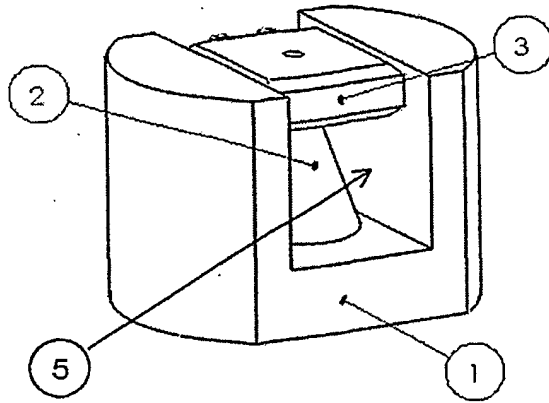


Figura 2

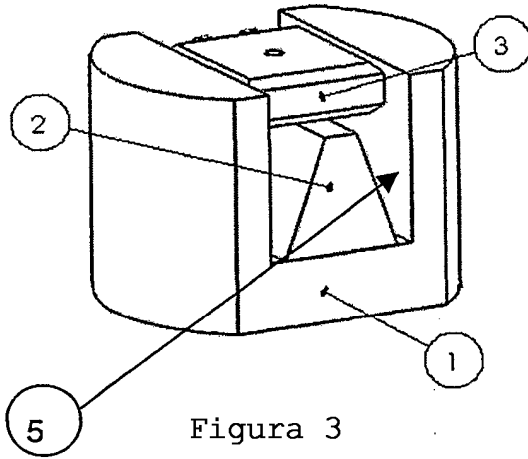


Figura 3

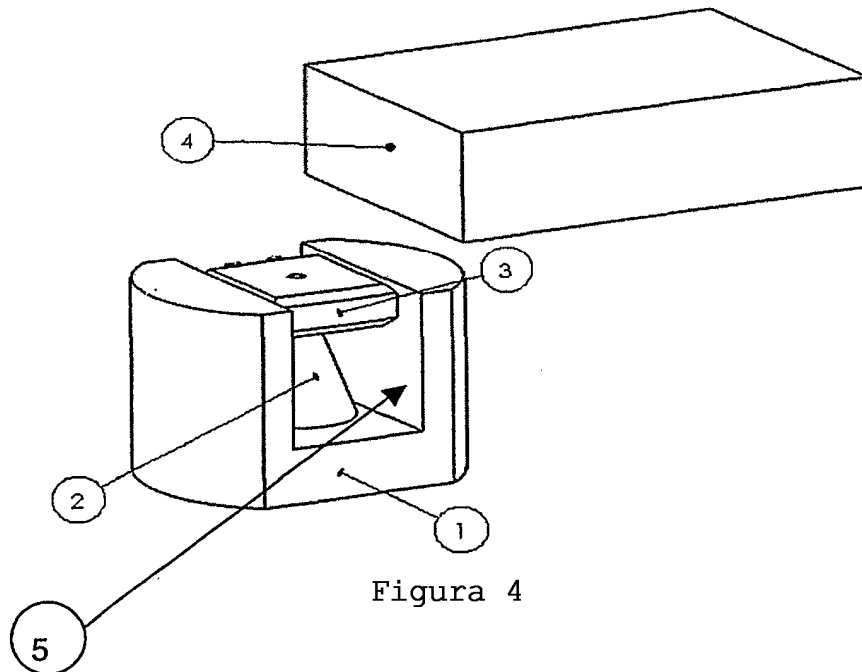


Figura 4

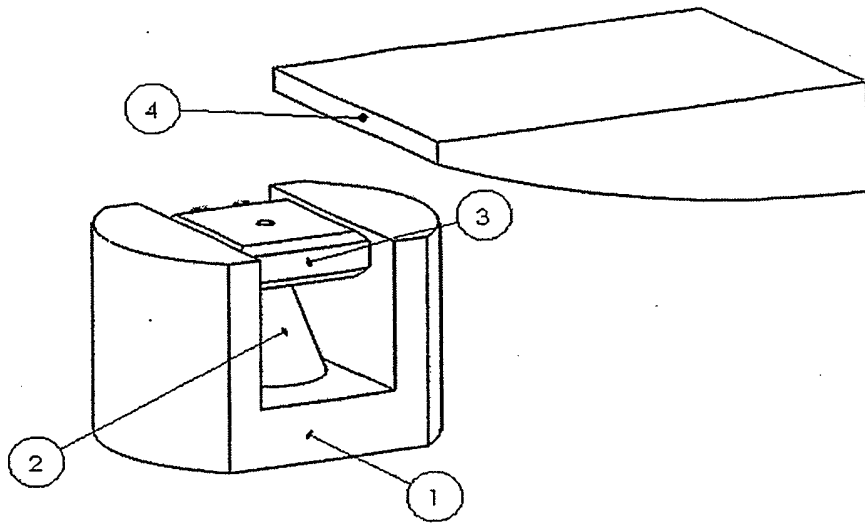


Figura 5

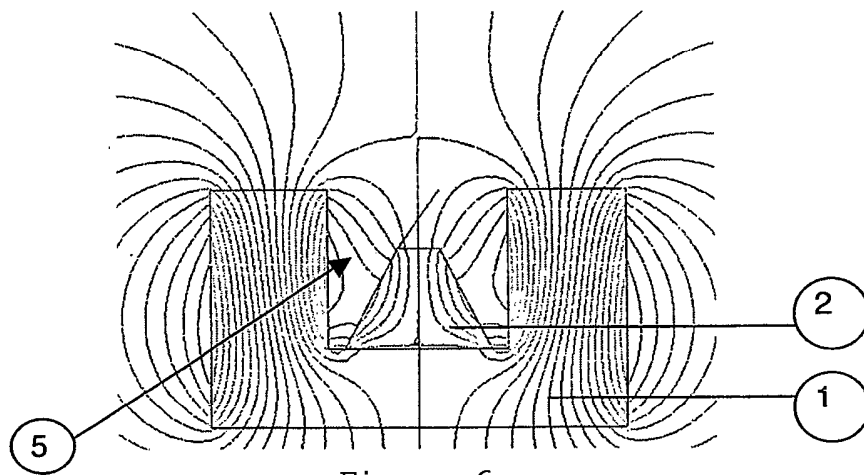


Figura 6

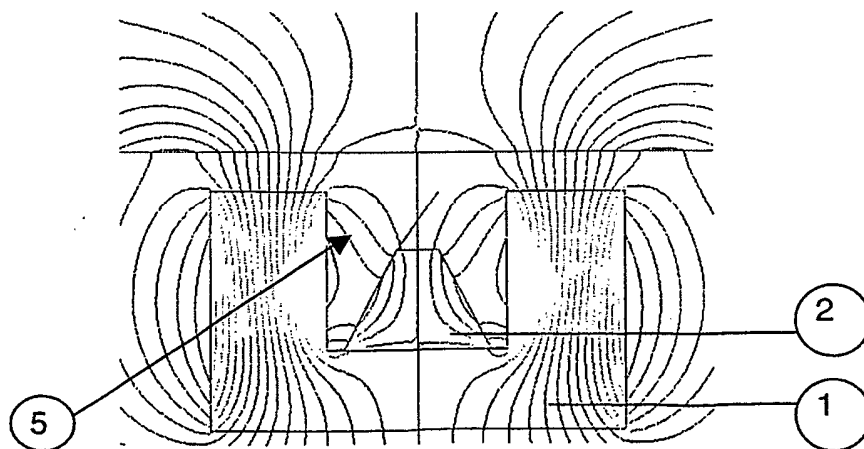


Figura 7

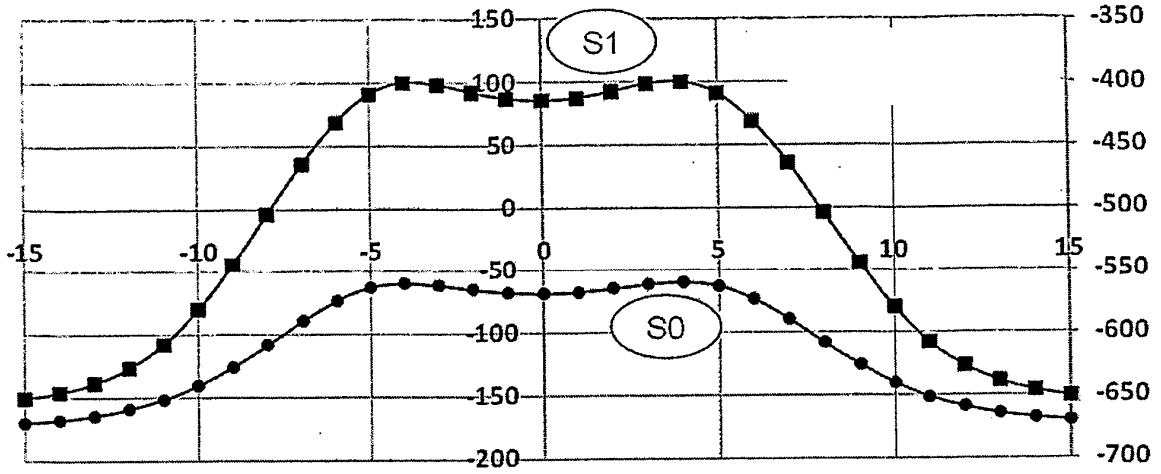


Figura 8

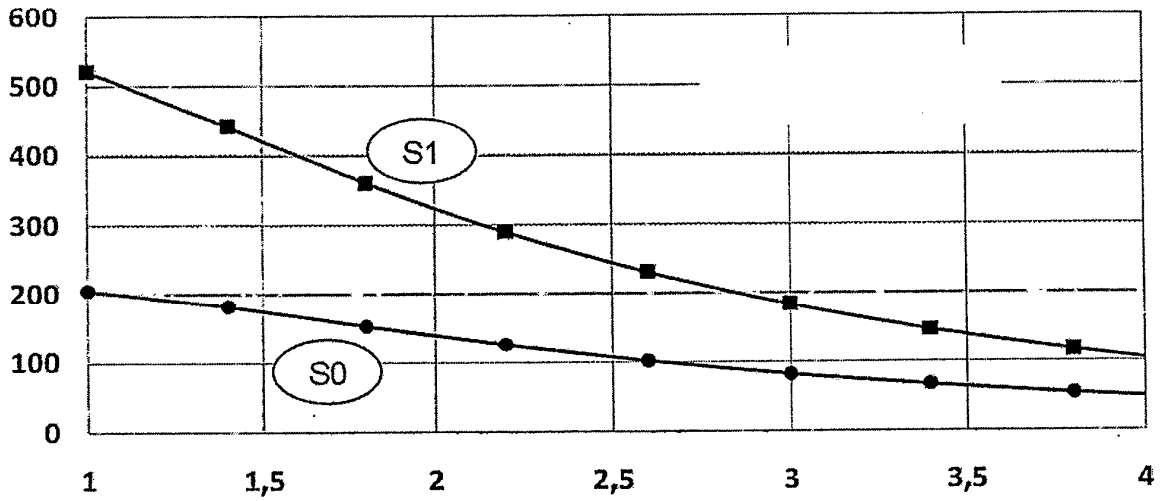


Figura 9

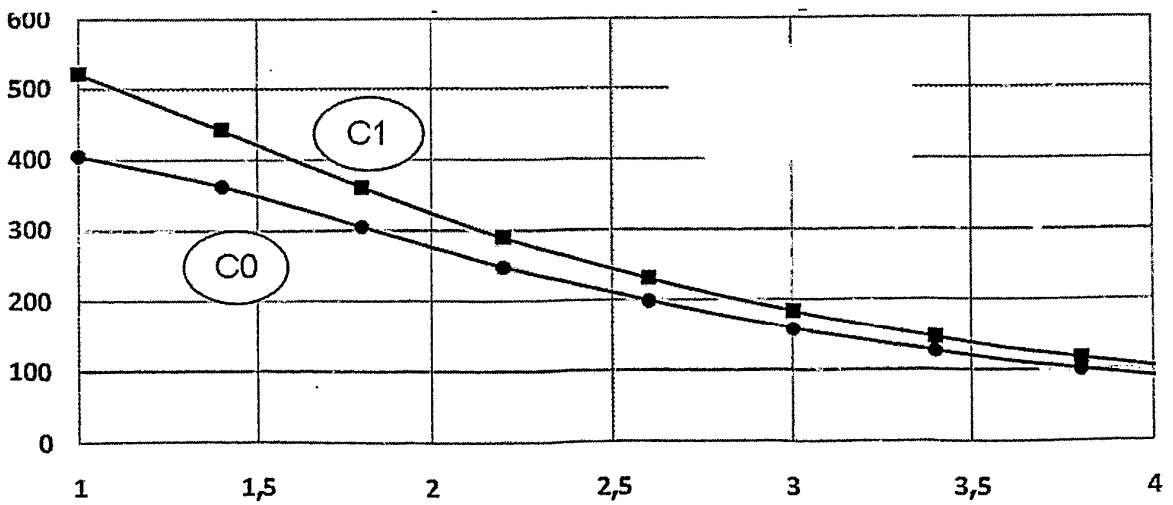


Figura 10

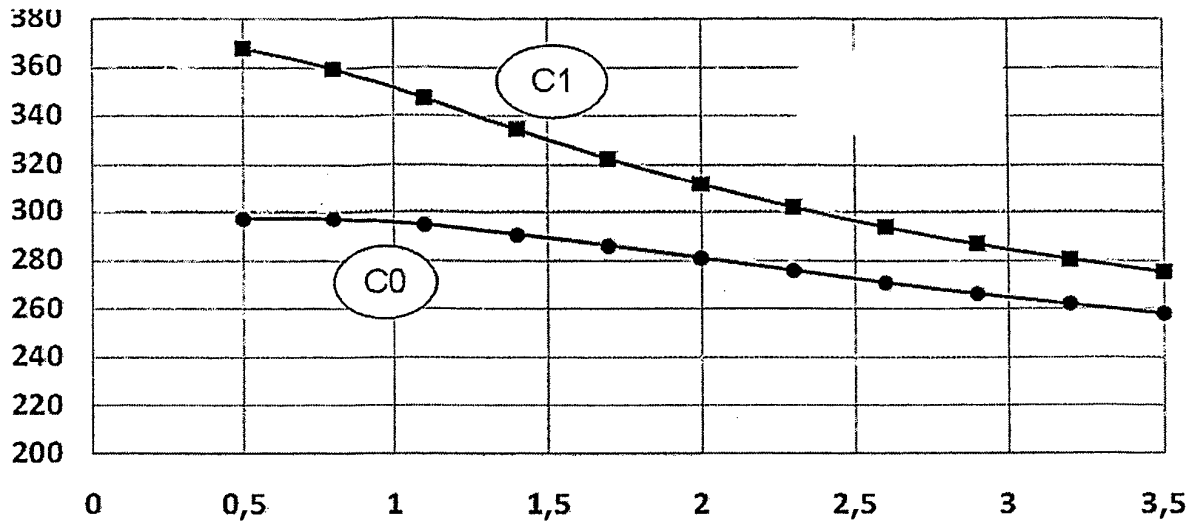


Figura 11