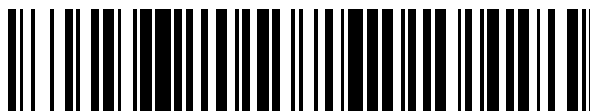


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 059**

51 Int. Cl.:

B62D 15/02 (2006.01)

G01D 5/249 (2006.01)

G01B 7/30 (2006.01)

B62D 6/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2010 E 10742215 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2452160**

54 Título: **Captador de posición absoluto y multi-periódico**

30 Prioridad:

07.07.2009 FR 0903349

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

01.02.2016

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**MASSON, GÉRALD y
BIWERSI, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 558 059 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 absoluto y multi-periódico

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere al campo de los captadores de posición magnéticos que incluyen al menos un imán permanente.

10 Más precisamente la presente invención se refiere al campo de los captadores de posición lineales o rotativos magnéticos para unos ángulos superiores a una decena de grados y que pueden llegar hasta varias vueltas. Una utilización particularmente interesante reside en los captadores de posición destinados a la medida de la posición angular de una columna de dirección para automóvil, sin que esta aplicación sea exclusiva.

15 La invención se refiere igualmente al campo de los dispositivos magnéticos de detección de un par entre un primer árbol y un segundo árbol unidos por una barra de torsión, principalmente destinado a una columna de dirección de automóvil.

Estado de la técnica anterior

20 En el caso de esta aplicación, la posición angular de la columna de la dirección y del volante es una información necesaria para unas funciones tales como el control electrónico de la estabilidad del vehículo (en inglés ESP: Electronic Stability Program) y la dirección asistida eléctrica (en inglés EPS: Electric Power Steering). La información del ángulo de dirección, y por tanto de las ruedas, puede utilizarse igualmente para unas funciones complementarias tales como los faros direccionales, el control de la trayectoria, el aparcamiento automático, etc.

30 Un captador monogiro no puede, por sí mismo, detectar la posición de la columna de la mayoría de los automóviles cuyo volante debe poder girar más de una vuelta. Una solución puede ser asociar un captador de 360° a una "vuelta tope" para saber en qué vuelta se encuentra el volante. Esto se describe por ejemplo en la solicitud WO07014599 o EP1167927. Estos sistemas parten de la hipótesis de una posición inicial durante la puesta en tensión. Todas las posiciones que siguen son relativas a esta posición de partida. El problema planteado por este tipo de sistema es por tanto que esta posición inicial se redefine cada vez que se establece el contacto del automóvil. Si este sistema no tiene memoria de la última posición del ángulo del volante o si el ángulo se cambia cuando el contacto está cortado, el ángulo indicado tras la conexión del contacto será erróneo.

35 La información sobre la intensidad del campo magnético emitida por el primer captador se genera por la información de tensión en la unidad de medida.

40 Se registra el valor máximo de esta información para marcar una posición segura del ángulo de rotación.

La información sobre la intensidad del campo magnético emitida por el segundo captador se genera por una información de tensión amplificada en la unidad de medida.

45 Cuando la información de tensión del primer captador pasa el punto de tensión máxima (U_x) y cuando la información de tensión amplificada del segundo captador sobrepasa (U_x), la unidad de medida de tensión invierte la cifra del primer captador en 180 grados alrededor del eje de tensión (u_x) para producir una señal de tensión de orden ascendente por revolución completa en la primera dirección.

50 Las especificaciones para una aplicación de columna son muy severas. En efecto, esta aplicación necesita un captador absoluto que pueda ir hasta $\pm 720^\circ$ (± 2 vueltas) incluso $\pm 1440^\circ$ (± 4 vueltas) para una precisión inferior a $\pm 1^\circ$ y una resolución inferior a $0,1^\circ$.

55 Para hacer esto, existen diferentes soluciones multi-vuelta absolutas para la medida del ángulo y que implementan unas tecnologías diversas: potenciométricas, ópticas, inductivas o incluso magnéticas.

Las soluciones ópticas tales como las descritas por ejemplo en las patentes EP1 219 527 o US 6.848.187 son complejas, costosas y pueden convertirse en incompatibles con un montaje en el compartimento motor debido a su incompatibilidad con las condiciones de temperatura y del entorno.

60 Las soluciones inductivas, tales como las descritas por ejemplo en la patente US 6.384.598, son muy costosas en términos de desarrollo y de puesta a punto sobre una columna de dirección.

65 Las soluciones potenciométricas tienen grandes ventajas principalmente su coste y su simplicidad. Se conoce por ejemplo, en el estado de la técnica, la patente US 5.200.747 que presenta un captador multi-vuelta absoluto, compuesto por dos captadores de 360° potenciométricos.

Se puede sin embargo hacer notar un inconveniente principal de esta solución vinculado a un rozamiento entre el contacto y las pistas del potenciómetro, lo que reduce la duración de la vida del captador. Además, las pistas pueden deteriorarse con el contacto con polvo, aceite u otros líquidos. La tendencia es por ello a la sustitución de los potenciómetros por unos sistemas sin contacto.

5 Se conocen también en el estado de la técnica unas soluciones magnéticas sin contactos que calculan la posición absoluta de un órgano rotativo a partir del desfase continuo de dos captadores rotativos, tales como los descritos por ejemplo en las patentes y solicitudes US 2005/000288286 JP 2006/119082, US 6.941.241, US 5.930.905 y US 10 6.466.889. El principio de estos captadores es idéntico: están compuestos de una rueda dentada ligada a la columna que arrastra 2 piñones de número de dientes ligeramente diferente, solidarios cada uno con un imán.

La rotación de cada imán se detecta mediante una sonda magnetosensible y posteriormente las señales desfasadas son procesadas mediante un algoritmo. La precisión del ángulo absoluto medido depende por tanto de la diferencia de dos señales procedentes de dos captadores diferentes e igualmente del algoritmo de cálculo. La resta de las dos 15 señales para tener una única medida es un importante inconveniente. Esto disminuye la precisión por dos con relación a la precisión de uno de los dos captadores tomados en solitario. El menor error de uno de los dos captadores, el menor desfase mecánico, el menor juego en uno de los piñones provoca un error de medición del ángulo. Además, esto necesita de un algoritmo muy elaborado para calcular el ángulo absoluto del órgano rotativo. El empleo de reductores mecánicos no es una solución completamente sin contacto y añade por tanto fricción en el 20 sistema (los piñones de los engranajes son unas piezas de desgaste y limitan por tanto la vida útil). Además, la adición de los dos piñones así como la complejidad del montaje del captador completo vuelven el conjunto costoso y no le permite tener un volumen limitado.

Este mismo principio de medición del desfase continuo para deducir la posición del órgano rotativo se encuentra en 25 las patentes o solicitudes de patente siguientes: US 2003/0145663, EP 1 353 151, US 6.515.571, US 7.215.112. Estos documentos presentan 2 imanes multipolares o 1 imán con 2 pistas multipolares que poseen un número de pares de polos ligeramente diferente para crear un desfase continuo en función del ángulo del órgano rotativo a detectar. Se encuentra igualmente este principio en la solicitud de patente WO2008101702 con un único imán y una única pista pero con unos polos de anchura angular diferentes. Estos principios de imán multipolar tienen los mismos 30 inconvenientes que el principio evocado anteriormente que retoma el principio de dos ruedas dentadas de número de dientes ligeramente diferente.

Se conoce también, en el estado de la técnica, la solicitud WO 2005/076860 que describe un captador de par y posición multi-vuelta absoluto, en el que la medida de la posición del órgano rotativo sigue el principio de la patente 35 US 5.200.747, es decir que la medida de la posición se realiza por el desplazamiento de dos captadores: un captador de 360° directamente vinculado al órgano rotativo y un segundo captador incremental arrastrado por una rueda denominada de Ginebra. A diferencia de la patente US 5.200.747, los captadores utilizados no son potenciométricos sino de tipo magnético sin contacto. Cada uno de los dos captadores presenta un imán en anillo y dos elementos magnetosensibles separados 90°, que miden la componente radial del campo generado por el imán y 40 que conducen a dos señales sinusoidales en cuadratura que son decodificadas para determinar la posición sobre 360 grados.

Esta solicitud WO 2005/076860 resuelve el problema de medida con contacto de la patente US 5.200.747, pero encuentra sin embargo el inconveniente principal del empleo de reductores mecánicos que complica y plantea unos 45 problemas de fricción, de montaje y de vida útil. Otro inconveniente de esta solución es la presencia de dos sondas, lo que puede inducir a un error de medición debido a la mala colocación de una sonda con relación a la otra. Igualmente, la presencia de dos circuitos integrados desfasados espacialmente 90° incrementa el coste final del captador porque la superficie de circuito impreso puede ser grande y se incrementa el número de conexiones.

50 Se conoce por otro lado, en el estado de la técnica, la solicitud de patente WO 2007/057563 del presente solicitante que describe un captador de posición rotativo sobre 360° y que utiliza una sonda magnetosensible con el fin de determinar la posición angular de un imán anular o disco imantado de modo sustancialmente diametral. En esta patente, la sonda sensible a la dirección del campo magnético generado por el imán se coloca en el exterior del imán permanente con el fin de obtener un captador rotativo de árbol pasante destinado por ejemplo a medir el ángulo de 55 rotación de una columna de dirección. Además, se describe en esta solicitud la utilización de un captador asociado a una reducción del movimiento con el fin de llevar la rotación en varias vueltas a una rotación inferior o igual a una vuelta en el captador. El inconveniente principal de esta solución es el hecho de utilizar una reducción de relación n, lo que disminuye la resolución y por tanto la precisión, lo que puede revelarse insuficiente para una aplicación tal como la columna de dirección en la que la precisión y la resolución solicitadas son muy elevadas. Además, esta 60 solución utiliza, en este caso también, un sistema de reducción mecánico que tiene los mismos inconvenientes que los desarrollados anteriormente en el presente documento.

Se conoce por otro lado, en el estado de la técnica, la solicitud de patente WO 2009/047401, presentada por el 65 presente solicitante, que describe un captador de posición de 360° sin contacto para realizar una detección multi-vuelta absoluta. El primer captador sin contacto se utiliza para medir el ángulo de rotación del órgano rotativo de 0 a 360° y el segundo captador se utiliza para determinar el número de rotaciones completas del órgano rotativo. Un

sistema mecánico de reducción continua de relación n se integra entre los dos captadores. Esta solución permite de ese modo incrementar la fiabilidad de las medidas mientras se adapta ventajosamente a diferentes configuraciones geométricas (captador de 2 vueltas, 3 vueltas, etc. con la misma precisión y resolución cualquiera que sea el número de vueltas), principalmente en el caso de un dispositivo de eje pasante. Sin embargo, la precisión del captador se determina por la precisión del captador que mide el ángulo absoluto de rotación del órgano rotativo, precisión limitada a ± 2 grados, lo que es insuficiente para las aplicaciones destinadas a las columnas de dirección de automóvil. Pero sobre todo esta solución utiliza también un sistema de reductores mecánicos con los inconvenientes citados anteriormente.

Se conoce igualmente, en el estado de la técnica, la patente DE102007039051 que describe una tecnología cuenta-vueltas, basada en la utilización de un hilo de Wiegand. Cada vez que una transición magnética pasa delante del hilo, la orientación repentina de los campos magnéticos del hilo induce una tensión en la bobina que lo rodea, tensión que se utiliza por una unidad de conteo para incrementar un número de vueltas y almacenarlas en una memoria no volátil. Este método es tributario sin embargo de un conjunto de hilo de Wiegand (detección del paso de los imanes) + bobina (detección de la modificación magnética en el hilo) + unidad de conteo (que envía la información de una vuelta detectada) + memoria no volátil (almacena el número de vueltas efectuadas) y necesita por tanto muchos elementos para funcionar. Además, en la configuración descrita, el captador no se puede realizar más que en el extremo de un eje sin posibilidad dada en cuanto a la realización en un eje pasante. Finalmente, para contar el número de vueltas y saber si este número aumenta o disminuye, el captador debe estar alimentado con corriente para que las sondas auxiliares determinen el sentido de rotación.

Se conocen también en el estado de la técnica unos captadores magnéticos de par asociados a unas soluciones cuenta-vueltas como por ejemplo la descrita en la patente US 2006/0236784. Presenta simplemente la colocación uno tras otro del captador de par magnético y de un captador de posición multi-vuelta magnético. Lo que da lugar a un volumen grande, a la obligación de utilizar varios circuitos impresos o un circuito impreso flexible porque los elementos de Hall se encuentran en unos planos diferentes y a una interacción magnética entre los captadores de par y de posición.

Además, podemos encontrar en el estado de la técnica una patente del presente solicitante WO 2009/047401 que describe un captador de par y de posición en el que el imán del captador de posición está igualmente astutamente integrado en la parte estatórica. Sin embargo, el recuento de vueltas se realiza con la ayuda de sistemas de reducción mecánica que tienen los inconvenientes ya citados en la primera parte de esta patente. Además, la precisión obtenida con este captador es de $\pm 0,5\%$ en 360 grados (es decir una precisión angular de ± 2 grados) lo que no es suficientemente bueno para las aplicaciones de columna de dirección.

La patente EP1167927 describe un dispositivo de determinación de la posición angular absoluta (Oa) de un órgano giratorio con relación a una estructura fija por medio de un captador de posición angular relativa (Or), que comprende:

- un anillo magnético multipolar circular móvil en rotación, destinado a ser solidario con el órgano giratorio. El anillo multipolar está adaptado para efectuar, conjuntamente con el órgano giratorio, una pluralidad de i vueltas alrededor de su eje de rotación (R) a partir de una posición angular denominada de referencia. Este anillo comprende una pista principal y una pista de referencia denominada "vuelta tope", siendo las pistas principal y de "vuelta tope" concéntricas sobre el anillo magnético.
- un captador magnético fijo, destinado a ser solidario con la estructura fija, dispuesto en relación y a distancia de entrehierro del anillo multipolar, y que comprende al menos tres elementos sensibles de los que al menos dos están situados con relación a la pista principal de manera que proporcionen dos señales eléctricas (A, B) periódicas en cuadratura y al menos uno esté situado en relación con la pista de referencia de manera que proporcione una señal eléctrica (C) de referencia denominada "vuelta tope", bajo la forma de un pulso eléctrico por vuelta del codificador multipolar. Este impulso corresponde a una posición angular denominada "vuelta tope", del órgano giratorio con relación a la estructura fija, siendo denominado el desfase angular entre dicha posición angular de referencia y dicha posición angular de "vuelta tope", "offset" (Ooffset);
- unos medios de conteo de los impulsos procedentes de las señales (A, B) adaptados para permitir la determinación de la posición angular relativa (Or) del anillo multipolar y las variaciones de esta posición angular relativa (Or);
- unos medios de detección de una posición angular (Oo) del anillo multipolar próximo a dicha posición angular de referencia;
- unos medios de reajuste de la posición angular absoluta (Oa) del anillo, accionados por unos medios de detección, adaptados para asignar, durante la detección del impulso de la señal "vuelta tope" (C), el valor del desplazamiento (Ooffset) al valor de la posición angular absoluta (Oa) del anillo multipolar con relación a su posición angular de referencia; y unos medios de determinación de la posición angular absoluta (Oa) del anillo en el conjunto de las vueltas efectuadas por el órgano giratorio, a partir del valor de desplazamiento (Ooffset) y de las variaciones de la posición angular relativa (Or).

Se conoce igualmente la patente WO9911999 que describe un aparato para medir un movimiento de rotación en el que el dispositivo de muestreo de la rotación de la pieza a ser medida comprende una parte que genera un campo

magnético, y una parte colocada en el campo magnético mencionado, que presenta al menos el primer y el segundo captador de calibración de la intensidad del campo de manera que las partes estén en rotación una con relación a la otra cuando la pieza a ser medida está en rotación.

5 La patente alemana DE102007039051 describe un captador de posición absoluta de alta resolución, que comprende: un árbol, al menos un imán de excitación móvil fijado a dicho árbol; un elemento de efecto Wiegand que comprende un elemento ferromagnético, un contador de rotación, teniendo dicha unidad del contador de rotación una memoria no volátil de datos. Un primer captador comprende una bobina de inducción enrollada alrededor de dicha bobina ferromagnética, dicha bobina de inducción proporciona una primera salida, dicha primera salida
10 proporciona una corriente de salida, un segundo captador, dicho segundo captador proporciona una segunda salida;

un tercer captador para una resolución fina de una revolución, dicho tercer captador proporciona una tercera salida. Un dispositivo lógico de control para procesar dicha primera señal de salida que procede de dicho primer captador y dicha segunda señal de salida que procede de dicho segundo captador; un circuito de almacenamiento de energía; un controlador de potencia en comunicación eléctrica con dicha primera salida de dicho primer captador, dicho
15 segundo captador, dicho contador y dicho circuito de almacenamiento de energía; dicho controlador de potencia de funcionamiento sin energía eléctrica exterior, recibiendo dicho circuito de almacenamiento de energía la energía desde dicho primer captador;

20 un [mu]-controlador para el análisis de la información de resolución fina partir de dicha tercera salida de dicho tercer detector, dicho [mu]-controlador en comunicación eléctrica con dicho dispositivo lógico de control, y dicho controlador de potencia, al menos uno de dichos: elementos de Wiegand, dicho primer captador, dicho segundo captador, dicho tercer captador, dicho dispositivo lógico de control, dicho circuito de almacenamiento de energía, dicho controlador de potencia, contador, dicho contador que tiene una unidad de memoria no volátil de datos, dicho
25 tercer captador para una resolución fina de la revolución, dicho circuito de energía de almacenamiento, y dicho [mu]-controlador, están integrados en un circuito integrado en un sustrato de oblea/semiconductor, y, dicho contador determina el número de vueltas y la posición de dicho árbol.

Se conoce también la patente americana US2008150519 que divulga un captador de ángulo de viraje que genera
30 dos señales de medida del ángulo absoluto en un intervalo angular de 360 grados que comprende un primer rotor de amortiguación que se dispone sobre un extremo de un árbol de entrada de la columna de dirección dividida por un elemento de torsión. Disponiéndose un segundo rotor de amortiguación sobre un extremo de un árbol de salida de la columna de dirección, se fija al menos un soporte a una caja de la columna de dirección y a través de la que la columna de dirección pasa a un ángulo recto, estando provisto el al menos un soporte de bobinas planas en un
35 intervalo del ángulo completo y al menos un elemento pasivo de accionamiento, sin estructuras repetidas periódicamente, estando soportados sobre cada uno de dichos primer y segundo rotores de amortiguación, estando los elementos de accionamiento en dos entornos diferentes de dicho intervalo del ángulo de actuación sobre las bobinas planas de al menos un soporte.

40 La patente EP1203932 describe un captador acoplado a un circuito de evaluación para procesar unas señales simultáneas proporcionadas por los captadores, para indicar la posición de rotación de un elemento de rotación con relación a una posición de referencia. Un sistema de alimentación de energía proporciona unos impulsos de energía para el dispositivo de detección a una frecuencia de repetición suficiente para la detección del sentido rotación del elemento de rotación del intervalo del ángulo de detección entre unos impulsos sucesivos de energía.

45 La patente alemana DE102006032266 describe un dispositivo que comprende un conjunto captador que comprende al menos un elemento captador; un montaje de captador suplementario que comprende al menos un elemento captador adicional; un conmutador, en el elemento de acoplamiento del conjunto captador adicional al conjunto captador sensible en un conmutador de señales para realizar un montaje de captador global que comprende una
50 demanda reducida de potencia.

Exposición de la invención

55 La presente invención propone responder a los problemas planteados por la técnica anterior realizando un captador de posición sin contacto que presenta una fiabilidad y precisión incrementadas.

Para hacer esto, la invención propone un captador magnético de posición, que incluye al menos una unidad imantada, una primera sonda magnetosensible y una segunda sonda magnetosensible; estando fijadas las primera y
60 segunda sondas magnetosensibles relativamente entre sí; siendo móvil la unidad imantada con relación a estas primera y segunda sondas magnetosensibles sobre una carrera de desplazamiento y que presentan en cada instante una posición absoluta; produciendo dicha unidad imantada en la proximidad de dicha primera sonda magnetosensible un campo magnético que presenta una componente normal por un lado, y al menos una componente tangencial o transversal por otro lado, variando de manera sinusoidal y periódica en N periodos repartidos sobre la carrera de desplazamiento. Siendo N un número superior a 1; siendo dicha primera sonda
65 magnetosensible adaptada para medir al menos dos de las tres componentes del campo magnético de manera que determine un primer dato con relación a la posición de la unidad imantada. La segunda sonda magnetosensible está

adaptada para medir de manera absoluta, incremental y reversible un número de rotaciones completas del campo magnético de manera que determine un segundo dato relativo a la posición de la unidad imantada, tanto si esta segunda sonda magnetosensible está alimentada o no incluyendo el captador un módulo de cálculo de la posición absoluta de la unidad imantada a partir de los primeros y segundos datos.

5 En un caso general de realización del captador de posición, una primera sonda magnetosensible mide dos de los tres componentes (o mide el ángulo directamente) del campo magnético generado por la unidad imantada (1) y decodifica la posición de la unidad imantada a partir de estos dos componentes cuyas amplitudes son en general diferentes, necesitando normalizar los dos componentes utilizados para poder realizar el cálculo del arco tangente para deducir la posición. Estas funciones de arco tangente y de normalización se realizan o bien mediante un elemento separado o bien directamente por una sonda (por ejemplo: MELEXIS 90316, HAL 3625) que integra la medida de las dos componentes del campo, el cálculo del arco tangente y la normalización de las dos componentes del campo. Es posible realizar unos desarrollos particulares en los que las componentes del campo tendrían sustancialmente los mismos valores, por ejemplo eligiendo convenientemente la posición y la orientación de la sonda, realizando unas geometrías particulares del imán, realizando unas imantaciones particulares, o finalmente colocando unos concentradores de campo a la altura de la primera sonda. Como salida de esta primera sonda después de la decodificación de la posición, se obtiene una señal lineal y periódica en función de la posición de la unidad imantada con relación a esta primera sonda.

20 Se utiliza entonces una segunda sonda magnetosensible para discriminar el periodo en el que se encuentra y determinar así de manera absoluta la posición de la unidad imantada con relación a las sondas. En efecto, al repetirse la señal de salida n veces en la carrera deseada, no se puede, solo con la primera señal procedente de la primera sonda, deducir la posición de la unidad imantada, esto es por lo que la presente invención se propone añadir una segunda sonda que permite definir en qué parte lineal se encuentra a partir del mismo imán que el que genera el campo magnético visto por la primera sonda. A título de ejemplo, se puede utilizar un componente basado en la rotación de los momentos magnéticos (como se describe en las patentes EP1532425B1 y EP1740909B1). Los campos magnéticos giran continuamente al mismo tiempo que la rotación del campo magnético generado por la unidad imantada en la que se encuentra pero se propagan en el seno del circuito magnético únicamente a cada rotación del campo magnético para obtener, al final y como salida del procesamiento, una señal que se incrementa o se decreta de manera discreta pero absoluta cada 360 grados de rotación del campo magnético. Esto permite de ese modo discriminar de manera absoluta el periodo en el interior del que se encuentran. Además, como un componente de ese tipo se basa en la rotación de los campos magnéticos, incluso cuando la sonda no está alimentada y hay un desplazamiento entre el imán y esta segunda sonda magnetosensible, denominada ASIC, los campos magnéticos giran y se propagan más o menos en función de este desplazamiento. Desde el momento en que se establece el contacto eléctrico, no se pierde entonces ninguna posición. Se dice comúnmente que este sistema es TPO ("True Power On") y funciona en las 2 direcciones de movimiento sin aportar histéresis.

A diferencia de la patente DE 102007039051, en la que el conjunto de cuenta-vueltas necesita el envío, por la bobina asociada al hilo de Wiegand, de impulsos eléctricos que direccionan una memoria no volátil, la presente componente utilizada permite, por sí misma, la medición y el conteo del número de vueltas mediante la modificación de sus propiedades físicas (véase la figura 7). El conjunto realizado es así compacto y permite ser desplazado a la periferia del imán en el caso de que se requiera la detección en un árbol pasante. Además, permite contar el número de vueltas efectuadas y el sentido en el que se realizan las vueltas (incremento o decremento), esto sin necesitar alimentación eléctrica del captador (funcionamiento en modo "True Power On" o TPO).

La solución propuesta por el presente solicitante permite obtener una solución totalmente sin contactos y por lo tanto liberarse de piezas mecánicas suplementarias y simplificar el captador, disminuir su coste de realización mientras se incrementa su precisión. Esta solución permite de ese modo incrementar la fiabilidad de las mediciones mientras la adapta ventajosamente a diferentes configuraciones geométricas (captador de 2 vueltas, 3 vueltas, etc.) y adaptándola a la precisión deseada, principalmente en el caso de un dispositivo en el eje pasante.

Según unos modos de realización particulares:

- la unidad imantada presenta una dirección de imantación variable de manera continua siguiendo la dirección de desplazamiento como por ejemplo se describe en la solicitud de patente FR2898189 del presente solicitante;
- la unidad imantada presenta una dirección de imantación que varía linealmente siguiendo la dirección de desplazamiento;
- la unidad imantada presenta una alternancia de polos imantados Norte-Sur;
- la unidad imantada presenta una imantación unidireccional y presenta al menos una de sus dimensiones que varía de manera no constante, de manera que genera, en su proximidad, una variación sinusoidal de sus componentes tangenciales y normales o axiales, como se presenta en la solicitud de patente FR2909170.

Por otro lado, según unos modos de realización alternativos:

- la unidad imantada presenta una forma anular y una dirección de imantación en el plano perpendicular al eje de rotación de la unidad imantada;

- la unidad imantada presenta una forma de disco y una dirección de imantación perpendicular al plano del disco.

Se precisa que cualquier medio conocido de la técnica anterior que permita realizar una variación sinusoidal de las componentes del campo magnético producido por la unidad imantada en su proximidad puede concebirse en el marco de esta invención.

En la proximidad de estos imanes, el campo magnético engendra unas componentes tangencial (B_t), normal (B_n) y transversal (B_z) sensiblemente sinusoidales de periodo $2\pi/N$. Las componentes B_n y B_z tienen la misma fase, mientras que la componente B_t está desfasada en un cuarto de periodo. Se utiliza una primera sonda magnetosensible que integra la medición de dos componentes del campo, el cálculo del arco tangente y la normalización de las dos componentes del campo si es necesario.

Si se miden las componentes B_t y B_n en un punto del espacio que rodea el imán con la ayuda de la primera sonda, es posible conocer la posición lineal del imán a $2\pi/n$ aproximadamente, aplicando la fórmula siguiente:

$$\theta = \arctan\left(Gt \frac{B_t}{B_n}\right) \text{ a } 2\pi/n \text{ aproximadamente con:}$$

- θ : posición angular del imán y Gt una ganancia para amplificar la componente tangencial si es necesario.

En un caso más general, se puede utilizar la fórmula siguiente:

$$\theta = \arctan\left(G \frac{B_t}{B_{nz}}\right) \text{ con } B_{nz} = k_n.B_n + k_z.B_z$$

En un caso general, la decodificación de la posición angular de la unidad imantada a partir de estas dos componentes cuyas amplitudes son en general diferentes necesita normalizar las dos componentes utilizadas para poder realizar el cálculo del arco tangente para deducir de ahí la posición lineal. La precisión de las partes lineales es del orden de $\pm 0,3\%$ en un periodo de anchura $2\pi/N$. De ese modo cuanto más reducido será el periodo, dicho de otra manera más grande sea N , entonces mayor será la precisión angular y se podrá por tanto ajustar el número de periodos N a una precisión deseada.

Preferentemente, las primera y segunda sondas magnetosensibles se sitúan sobre un único y mismo circuito impreso.

Esta sonda (3) puede limitarse por el número N_r de rotaciones completas del campo que puede distinguir en función de la aplicación. Por ejemplo, si se integra enfrente de nuestra unidad imantada que incluye N periodos, proporcionará como máximo N_r valores de incrementos diferentes y por tanto al final el captador será absoluto y de muy alta precisión en N_r/N vueltas. Si deseamos de ese modo un captador absoluto en un número de vueltas determinado, será necesario ajustar el número de periodos de la imantación para obtener un captador absoluto con el número de vueltas correcto.

Según un modo de realización particular, la invención se puede concebir como aplicación lineal. La unidad imantada se extiende entonces linealmente siguiendo la dirección de desplazamiento.

En esta versión, se encuentra un imán, en la forma de una banda cuya dirección de imantación varía continuamente siguiendo la dirección de desplazamiento. Una primera sonda mide las componentes radial, normal y axial con el fin de determinar la posición del imán, en el interior de un periodo. Se utiliza una segunda zona incremental absoluta para contar el número de rotaciones del campo magnético emitidas por la unidad imantada.

Según otro modo de realización la unidad imantada presenta una forma que se extiende sobre una anchura angular inferior a 360° . De esta manera, la señal de posición obtenida mediante la combinación de las señales de la primera y segunda sondas es muy precisa.

La presente invención propone igualmente realizar un captador de par que incluye un captador de posición tal como el descrito anteriormente.

Para hacer esto, la invención propone un dispositivo magnético de detección de un par entre un primer árbol y un segundo árbol conectados mediante una barra de torsión, principalmente destinado a una columna de dirección de automóvil, que comprende: un captador de posición tal como se ha definido anteriormente; una primera estructura magnética rotórica solidaria con el primer árbol y que comprende una pluralidad imanes orientados radialmente; una segunda estructura estatórica solidaria con el segundo árbol y que comprende dos coronas prolongadas con dientes orientados axialmente e imbricados, y una tercera estructura colectoras fija constituida por dos piezas de cierre del flujo que definen al menos un entrehierro en el que se coloca al menos una tercera sonda magnetosensible.

Según unos modos de realización ventajosos:

- las primera, segunda y tercera sondas se colocan en el primer circuito impreso;
- 5 - la unidad imantada tiene forma de un anillo situado alrededor de los dientes;
- la pluralidad de imanes pertenece a la unidad imantada.

Esta construcción permite así obtener un captador de par y de posición absoluta multi-vueltas cuyo volumen axial y radial es idéntico al volumen de un captador de par único añadiendo únicamente un imán y dos sondas y reutilizando todas las otras piezas del captador de par. En esta configuración el imán del captador de par y el imán del captador de posición son concéntricos y todos los elementos de hall se sitúan en el plano medio de los imanes que es perpendicular al eje de rotación de los captadores. Esto tiene como ventaja poder insertar todos los elementos de hall en un único circuito impreso y anular la interacción magnética de un captador sobre el otro.

Además, el coste de un captador de ese tipo integrado es reducido por la colocación en común de las piezas que lo componen: el imán del captador de posición y las coronas concéntricas del captador de par pueden ser moldeadas al mismo tiempo y no formar por tanto más que una única pieza, e igualmente para las sondas de hall del captador de par y de posición que forman parte del mismo y único circuito impreso. Según este modo de realización preferido, se elegirá la anchura angular de los colectores igual o de K periódica al ancho angular de un periodo del imán del captador de posición.

Este modo de realización propone una solución de captador de par y de posición multi-vueltas que asocia razonablemente el primer modo de realización preferido de un captador de par magnético como por ejemplo el descrito en la patente FR2872896 y utilizando nada más que un único imán común para los 2 captadores. De ese modo, este imán sería la fuente del campo para el captador de par y para el captador de posición, siendo colocados todos los componentes electrónicos sobre el mismo circuito impreso. En esta configuración, es necesario alejar axialmente los estatores del captador de par para que la primera y segunda sondas puedan medir el campo engendrado por el imán único. El volumen axial es mayor pero esto permite disminuir el coste del captador no utilizando más que un único imán.

En lugar de alejar los estatores de pares uno del otro, es posible también alargar el imán del captador de par hasta hacerlo sobrepasar axialmente uno o unos estatores y colocar las primera y segunda sondas en su periferia. Esto permite tener igualmente un único imán pero con el inconveniente de tener 2 circuitos impresos distintos para la sonda vinculada al captador de par y las sondas del captador de posición.

La invención se refiere igualmente a un dispositivo magnético de detección de un par entre un primer árbol y un segundo árbol unidos por una barra de torsión, principalmente destinado a una columna de dirección de automóvil, que comprende: un captador de posición tal como se define anteriormente, una unidad imantada auxiliar y una sonda magnetosensible auxiliar; siendo solidaria la unidad imantada del captador de posición con el primer árbol de manera que el captador de posición está adaptado para suministrar una primera información de posición que se refieren a una posición angular θ_1 de este primer árbol; siendo solidaria la unidad imantada auxiliar con el segundo árbol y móvil con relación a la sonda magnetosensible auxiliar, estando adaptada esta sonda auxiliar para proporcionar una segunda información de posición que se refiere a una posición angular θ_2 del segundo árbol; incluyendo el dispositivo un módulo central adaptado para calcular una diferencia de posición angular entre el primer árbol y el segundo árbol a partir de una combinación de la primera y de la segunda información de posición, tal que:

$$\frac{G_1 B_{t1} - G_2 B_{t2}}{G B_{n1} + B_{n2}} = -\tan\left(\frac{N}{2}(\theta_1 - \theta_2)\right)$$

50 con

- B_{n1} la componente normal medida por la primera sonda del campo generado por la unidad imantada,
- B_{n2} la componente normal medida por la sonda auxiliar del campo generado por la unidad imantada auxiliar,
- B_{t1} la componente tangencial medida por la primera sonda del campo generado por la unidad imantada,
- 55 - B_{t2} la componente tangencial medida por la sonda auxiliar del campo generado por la unidad imantada auxiliar.

El cálculo del par se realizará por medio de la medición del ángulo relativo entre los dos árboles, es decir $(\theta_1 - \theta_2)$.

Dado que se tienen 2 imanes idénticos que engendran una imantación sinusoidal periódica, se puede escribir:

- $B_{n1} = |B_n| \cdot \sin(N \cdot \theta_1)$, $B_{t1} = |B_t| \cdot \cos(N \cdot \theta_1)$
- $B_{n2} = |B_n| \cdot \sin(N \cdot \theta_2)$, $B_{t2} = |B_t| \cdot \cos(N \cdot \theta_2)$

Sabiendo que:

$$\frac{\cos(\Theta_1) - \cos(\Theta_2)}{\sin(\Theta_1) + \sin(\Theta_2)} = -\tan\left(\frac{\Theta_1 - \Theta_2}{2}\right),$$

se puede por tanto deducir el ángulo relativo entre los dos árboles con la ayuda de esta fórmula:

5

$$\frac{G_1 B_{t1} - G_2 B_{t2}}{G B_{n1} + B_{n2}} = -\tan\left(\frac{N}{2}(\Theta_1 - \Theta_2)\right)$$

Con G, G1 y G2 tales que (igualdad de las normas): $|B_{n1}|=G1*|B_{t1}|$ y $|B_{n2}|=G2*|B_{t2}|$ y $G|B_{n1}|=|B_{n2}|$

10 Este modo de realización permite por tanto, añadiendo al captador vinculado al árbol de entrada que se define por el primer modo de realización, únicamente un imán idéntico pero vinculado al árbol de salida así como una misma primera sonda, poder obtener un captador de par y de posición multi-vueltas con un número mínimo de piezas. En efecto, ya no se tiene necesidad en esta configuración de estatores y de colectores para el captador de par que eran unas piezas costosas.

15

Breve descripción de las figuras

Surgirán otras características y ventajas de la invención con la lectura a continuación de ejemplos de realización detallados, con referencia a las figuras adjuntas que representan respectivamente:

20

- la figura 1, el captador de posición según un modo de realización preferido con imán anular;

- la figura 2, el captador de posición según un segundo modo de realización con un imán de disco;

25

- la figura 3, las señales sinusoidales leídas por la sonda (2) en la proximidad del imán (1) según la figura 1 o 2;

- la figura 4, la señal de posición calculada sobre un periodo de la imantación a partir de las señales visibles en la figura 3;

30

- la figura 5, la señal de no linealidad relativa a la señal de posición según la figura 4;

- la figura 6, la señal de posición dada por la sonda (2) en 4 revoluciones del imán (1);

35

- la figura 7, la señal obtenida en la salida de la sonda (3) en función de la rotación del imán (1);

- la figura 8, un captador de desplazamiento lineal de acuerdo con la invención

- la figura 9, un captador de desplazamiento angular inferior a 360° de acuerdo con la invención;

40

- la figura 10, un captador de par de la técnica anterior que se puede asociar a un captador de posición según la invención;

- la figura 11, la asociación del captador de par según la figura 10 y de un captador de posición según la invención y la figura 1 y según un primer modo de realización;

45

- la figura 12, la asociación del captador de par según la figura 10 y de un captador de posición según la invención y la figura 1 y según un segundo modo de realización;

50

- la figura 13, la asociación del captador de par según la figura 10 y de un captador de posición según la invención y la figura 1 y según un tercer modo de realización;

- la figura 14, un captador de par según un cuarto modo de realización que utiliza un captador de posición según la invención;

55

- la figura 15, los elementos magnéticos de un captador de par según la figura 14.

Descripción detallada de modos de realización

60

La figura 1 presenta un captador (A) de posición mono o multi-vuelta de alta precisión según un primer modo de realización. Está constituido por un imán (1) que presenta varios periodos de imantación. La dirección de la imantación varía de ese modo continuamente siguiendo la dirección de desplazamiento angular del imán (1) y se repite, en este ejemplo no limitativo, 4 veces en los 360° del imán (1).

En la proximidad del imán (1) se sitúa una primera sonda (2), expresada y colocada en un circuito impreso (4), que mide la dirección del campo magnético generado por el imán (1) y su amplitud. Se puede concebir por ejemplo la utilización de sondas de tipo efecto Hall tales como MLX90316, 2SA10, o de tipo magnetorresistivo (AMR, GMR,...). En la proximidad de este imán, esta imantación engendra un campo magnético cuyas componentes son sustancialmente sinusoidales.

La figura 3 muestra, en función de la posición —en grados—, la evolución de la amplitud —en voltios— de la componente radial (23) y la componente tangencial (24) medidas por la sonda (2) a partir de un imán y de una imantación tal como las mostradas en la figura 1.

Partir de las 2 señales sinusoidales medidas, es posible conocer la posición lineal del imán, aplicando la fórmula siguiente:

$$\Theta = ATAN\left(G \frac{Bt}{Bn}\right)$$

en la que

- θ es la posición angular,
- Bt es la componente tangencial del campo magnético,
- Bn es la componente normal del campo magnético y
- G una ganancia correctora.

Aplicando esta fórmula a las señales medidas de la figura 2, se obtiene, tal como se muestra en la figura 4, una señal de salida, expresada en este caso en voltios, lineal en función de la posición, expresada en este caso en grados, y periódica de período 90°.

Como se puede ver en la figura 5, que muestra la evolución, en porcentaje, de la no linealidad en función de la posición, expresada en grados, la señal obtenida presenta una muy buena linealidad en un período de 90°. A título de ejemplo, el valor típico es de alrededor del 0,3%, lo que corresponde a 0,27°.

En el caso de la figura 1, si se consideran 4 períodos de imantación, la señal de salida se repetirá por tanto 4 veces por vuelta. Considerando la rotación de 4 vueltas del imán (1), se tendrán de ese modo un motivo, tal como se presenta en la figura 4, que se repite 16 veces como se muestra en la figura 6, que muestra la evolución de la señal, expresada en voltios, en función de la posición expresada en grados.

Puesto que el motivo repetido es siempre idéntico en el interior de estos 16 periodos obtenidos, no es posible deducir la posición angular del imán. Esta función se hace posible mediante la utilización de una sonda incremental absoluta (3), presentada en la figura 1 y colocada ventajosamente sobre el mismo circuito impreso (4) que soporta la sonda (2), en la proximidad del imán (1). Esta sonda incremental absoluta (3) permite determinar en qué posición lineal se encuentra, utilizando siempre el mismo imán (1).

Esta sonda incremental absoluta (3) permite detectar, de manera absoluta, el número de rotaciones efectuadas por el campo magnético del imán (1) tanto si la sonda incremental absoluta (3) está alimentada como si no con corriente eléctrica. La detección se realiza de ese modo por la modificación de las propiedades físicas de la sonda incremental absoluta (3).

La sonda incremental absoluta (3) está limitada por el número Nr de rotaciones completas del campo que puede distinguir. Por ejemplo, si está integrada enfrente de un imán con varios periodos de imantación Npp, este componente proporcionará una señal discreta (Nr valores) y será periódica de período Nr/Npp.

De ese modo, por ejemplo partir del imán de la figura 1, la señal de salida de la sonda incremental absoluta (3), suponiendo que está limitada a 16 vueltas completas del campo magnético, presenta una tensión de salida diferente en cada uno de los 90° (360/4) y es periódica de período 4 vueltas (16/4pp = 4 vueltas) como lo muestra la figura 7 que describe la evolución de la señal, en voltios, en función de la posición, expresada en grados.

A partir de un imán (1) con una dirección de imantación que varía continuamente en un período de 90°, se obtiene por tanto un captador de posición multi-vueltas (4 vueltas en el caso de la figura 1) con una precisión típica del orden de 0,2°.

Este ejemplo de realización no es en ningún caso limitativo. De ese modo, la presente invención se puede ofrecer de diferentes maneras y principalmente utilizando un imán (1) en la forma de un disco como se muestra en la figura 2. El imán (1) de disco presenta una alternancia de polos imantados Norte-Sur siguiendo varios periodos en los 360° del imán. En este modo de realización, la dirección de la imantación es perpendicular a la superficie del disco.

Igualmente, se pueden imaginar unas variantes lineales, como por ejemplo se describe en la figura 8, en la que se puede ver un imán (1) que presenta una dirección de imantación continuamente variable en varios periodos. Se encuentran, colocados sobre el mismo circuito impreso (4), la sonda (2) que mide la dirección de los campos normal (o axial) y tangencial con el fin de deducir la posición del imán (1) en el interior de un período y la sonda incremental absoluta (3) que cuenta el número de rotaciones del campo magnético, es decir el número de periodos del campo magnético. La combinación de las dos señales permite de ese modo generar un captador de posición de precisión muy grande.

Igualmente, la figura 9 muestra una variante rotativa en la forma de un arco de o teja de imán (1) que presenta una alternancia de polos imantados Norte-Sur de dirección de imantación radial, un circuito impreso (4) que soporta las dos sondas (2 y 3). Realizando una teja de longitud angular limitada y multiplicando el número de periodos de imantación, se puede incrementar de ese modo la precisión del captador obtenido.

La presente invención es particularmente pertinente en el marco de una asociación del captador de posición (A) con un captador de par (B), tal como se describe por ejemplo en la solicitud de patente FR2872896 presentada por los presentes solicitantes y presentada en la figura 10.

Este captador de par (B) permite detectar la rotación relativa de los dos árboles (5 y 6) unidos por una barra de torsión (19) y se compone de:

- una primera estructura magnética rotórica (7) que comprende una pluralidad de imanes (8) fijos sobre una culata (20) e imantados radialmente;
- una segunda estructura magnética estática (9) que comprende dos coronas concéntricas (10, 11) que presentan una pluralidad de dientes imbricados (12, 13) y que se extienden axialmente;
- una tercera estructura colectora fija (14) constituida por dos piezas de cierre del flujo (15, 16) prolongadas por ramas (21, 22) que se cierran para formar dos entrehierros de medición (17) en los que se colocan dos elementos magnetosensibles (18). Esta configuración duplicada sirve para asegurar una función de redundancia, pero se puede concebir un único entrehierro con un único elemento magnetosensible.

Asociada con el captador de posición (A), se compone entonces, como se muestra en la figura 11, de una cuarta estructura compuesta por un imán imantado multipolar (1) con una dirección de imantación continuamente variable que puede moldearse sobre la pieza plástica (no mostrada) que soporta la segunda estructura magnética (9) del captador de par (P). También se tiene la presencia de un circuito impreso (4a) que soporta la sonda (2), la sonda incremental absoluta (3) necesaria para el funcionamiento el captador de posición (A) y la tercera sonda magnetosensible (18) que mide la amplitud del campo para la utilización del captador de par (B).

En esta configuración según la figura 11, el imán multipolar (1) de dirección de imantación continuamente variable es solidario con la estructura estática (9). Este nuevo captador presenta el mismo volumen que un captador de par tradicional pero mide además la posición angular del árbol (6) que es solidario con la parte estática (9) y esto de manera absoluta y en varias vueltas.

La figura 12 presenta otra asociación que puede concebirse del captador de posición (A) con un captador de par (B) tal como se han descrito anteriormente. En este modo de realización, el imán (8) es multipolar de imantación radial. De ese modo, este imán (1) es la fuente del campo para el captador de par (B) y para el captador de posición (A), estando colocadas todas las sondas (2, 3, 18) sobre el mismo circuito impreso (4a). Esto tiene como ventaja no tener más que un único imán (1) con el inconveniente sin embargo de incrementar el volumen axial.

Si la influencia de los dientes (12 y 13) del captador de par puede ser perjudicial para el buen funcionamiento del captador de posición, se puede concebir entonces otra variante de realización, como se ha representado en la figura 13, en la que el imán único (1, 8) se realiza sobrepasando el conjunto estático (9) con el fin de colocar las sondas (2 y 3) sobre otro circuito impreso (4b). El conjunto permite de ese modo asegurar una insensibilidad del captador de posición (A) al captador de par (B).

La figura 14 presenta finalmente un captador de par y de posición innovador basado siempre en la utilización de un captador de posición (A) como se ha presentado en la figura 1.

En este modo de realización, se utilizan dos imanes multipolares (1a y 1b) de dirección de imantación continuamente variable.

En una columna de dirección, el árbol de entrada (5) y el árbol de salida (6) están unidos mediante una barra de torsión (19), lo que significa que podemos deducir el par de torsión a partir de la medición del ángulo entre el árbol de entrada (5) y el árbol de salida (6). La presente invención se propone integrar en cada árbol (5 y 6) un imán multipolar de dirección de imantación (respectivamente 1a y 1b) continuamente variable con N pares de polos y 1 sonda magnetosensible (respectivamente 2a y 2b) que mide las componente radial (o axial) y tangencial del campo

magnético generado enfrente de cada imán (1a y 1b) y 1 sonda incremental absoluta (3) enfrente de un imán (1b) unido o bien al árbol de entrada (5), o bien al árbol de salida (6).

- 5 En este modo de realización, la diferencia de la posición angular entre el primer árbol (5), de posición θ_1 , y el segundo árbol (6), de posición θ_2 , se determina mediante una combinación de las señales de las ondas (2a y 2b) tal como:

$$\frac{G_1 B_{t1} - G_2 B_{t2}}{G B_{n1} + B_{n2}} = -\tan\left(\frac{N}{2}(\Theta_1 - \Theta_2)\right)$$

- 10 Los parámetros de esta ecuación ya que se han descrito en el texto anterior. En este modo realización, la sonda (2a) se coloca sobre un primer circuito impreso (4a) y las ondas (2b y 3) se colocan sobre un segundo circuito impreso (4b) tal como se muestra en la figura 15.

REIVINDICACIONES

1. Captador magnético de posición (A), que incluye al menos una unidad imantada (1), una primera sonda magnetosensible (2) y una segunda sonda magnetosensible (3);
 5 estando fijadas las primera y segunda sondas magnetosensibles (2, 3) relativamente entre sí;
 siendo la unidad imantada (1) móvil con relación a estas primera y segunda sondas magnetosensibles (2, 3) sobre una carrera de desplazamiento y presentando en cada instante una posición absoluta;
 produciendo dicha unidad imantada (1) en la proximidad de dicha primera sonda magnetosensible (2) un campo magnético, que presenta una componente normal por un lado y al menos una componente tangencial o transversal
 10 por otro lado, que varía de manera sinusoidal y periódica en N periodos repartidos sobre la carrera de desplazamiento, siendo N un número superior a 1;
 estando dicha primera sonda magnetosensible (2) adaptada para medir al menos dos de las tres componentes del campo magnético de manera que determine un primer dato con relación a la posición de la unidad imantada (1);
caracterizado por que la segunda sonda magnetosensible (3) está adaptada para medir de manera absoluta, incremental y reversible un número de rotaciones completas del campo magnético de manera que determine un
 15 segundo dato relativo a la posición de la unidad imantada (1), tanto si esta segunda sonda magnetosensible (3) está alimentada como si no;
 incluyendo el captador un módulo de cálculo de la posición absoluta de la unidad imantada (1) a partir de los primeros y segundos datos.
 20
2. Captador magnético de posición (A) según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la unidad imantada (1) presenta una dirección de imantación variable de manera continua siguiendo la dirección de desplazamiento.
3. Captador magnético de posición (A) según la reivindicación 2 **caracterizado por que** la unidad imantada (1) presenta una dirección de imantación que varía linealmente siguiendo la dirección de desplazamiento.
 25
4. Captador magnético de posición (A) según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la unidad imantada (1) presenta una alternancia de polos imantados Norte-Sur.
5. Captador magnético de posición (A) según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la unidad imantada (1) presenta una imantación unidireccional y presenta al menos una de sus dimensiones que varía de manera no constante.
 30
6. Captador magnético rotativo de posición (A) según una de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado por que** la unidad imantada (1) presenta una forma anular y una dirección de imantación en el plano perpendicular al eje de rotación de la unidad imantada (1).
 35
7. Captador magnético rotativo de posición (A) según una de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado por que** la unidad imantada (1) presenta una forma de disco y una dirección de imantación perpendicular al plano del disco.
 40
8. Captador magnético rotativo de posición (A) según una de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado por que** dicha unidad imantada (1) presenta una forma que se extiende sobre una anchura angular inferior a 360°.
9. Captador magnético lineal de posición (A) según una de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado por que** dicha unidad imantada (1) se extiende linealmente siguiendo la dirección de desplazamiento.
 45
10. Captador magnético de posición (A) según una de las reivindicaciones 1 a 9 **caracterizado por que** las primera y segunda sondas magnetosensibles (2, 3) están situadas sobre un único y mismo circuito impreso (4).
- 50 11. Dispositivo magnético de detección de un par entre un primer árbol y un segundo árbol unidos mediante una barra de torsión, principalmente destinado a una columna de dirección de automóvil, que comprende:
 un captador de posición (A) tal como se define según una de las reivindicaciones 1 a 10,
 una primera estructura magnética rotórica (7) solidaria con el primer árbol y que comprende una pluralidad de imanes (8) orientados radialmente;
 55 una segunda estructura estatórica (20) solidaria con el segundo árbol y que comprende dos coronas (10,11) prolongadas con dientes (12, 13) orientados axialmente e imbricados, y
 una tercera estructura colectora (14) fija, constituida por dos piezas de cierre del flujo (15,16) que definen al menos un entrehierro (18) en el que se coloca al menos una tercera sonda magnetosensible (17).
 60
12. Dispositivo magnético de detección según la reivindicación 11, en el que las primera, segunda y tercera sondas (2, 3, 17) se colocan en el mismo circuito impreso (4a).
- 65 13. Dispositivo magnético de detección según la reivindicación 11 o 12, en el que la unidad imantada (1) tiene forma de un anillo situado alrededor de los dientes (12, 13).

14. Dispositivo magnético de detección según la reivindicación 11 o 12, en el que la pluralidad de imanes (8) pertenece a la unidad imantada (1).

5 15. Dispositivo magnético de detección de un par entre un primer árbol y un segundo árbol unidos por una barra de torsión, principalmente destinado a una columna de dirección de automóvil, que comprende:

un captador de posición (A) tal como se define según una de las reivindicaciones 1 a 10, una unidad imantada auxiliar (1b) y una sonda magnetosensible auxiliar (2b);

10 siendo la unidad imantada (1a) del captador de posición (A) solidaria con el primer árbol (5) de manera que el captador de posición (A) está adaptado para suministrar una primera información de posición que se refiere a una posición angular θ_1 de este primer árbol (5);

siendo solidaria la unidad imantada auxiliar (1b) con el segundo árbol (6) y móvil con relación a la sonda magnetosensible auxiliar (2b), estando adaptada esta sonda auxiliar (2b) para proporcionar una segunda información de posición que se refiere a una posición angular θ_2 del segundo árbol (6);

15 incluyendo el dispositivo un módulo central adaptado para calcular una diferencia de posición angular entre el primer árbol (5) y el segundo árbol (6) a partir de una combinación de la primera y de la segunda información de posición, tal que:

$$\frac{G_1 B_{t1} - G_2 B_{t2}}{G B_{n1} + B_{n2}} = -\tan\left(\frac{N}{2}(\theta_1 - \theta_2)\right)$$

20 Con

- B_{n1} la componente normal medida por la primera sonda (2a) del campo generado por la unidad imantada (1a),
- 25 - B_{n2} la componente normal medida por la sonda auxiliar (2b) del campo generado por la unidad imantada auxiliar (1b),
- B_{t1} la componente tangencial medida por la primera sonda (2a) del campo generado por la unidad imantada (1a),
- B_{t2} la componente tangencial medida por la sonda auxiliar (2a) del campo generado por la unidad imantada auxiliar (1b),
- 30 - $|B_{n1}| = G_1 |B_{t1}|$, $|B_{n2}| = G_2 |B_{t2}|$ y $G |B_{n1}| = |B_{n2}|$.

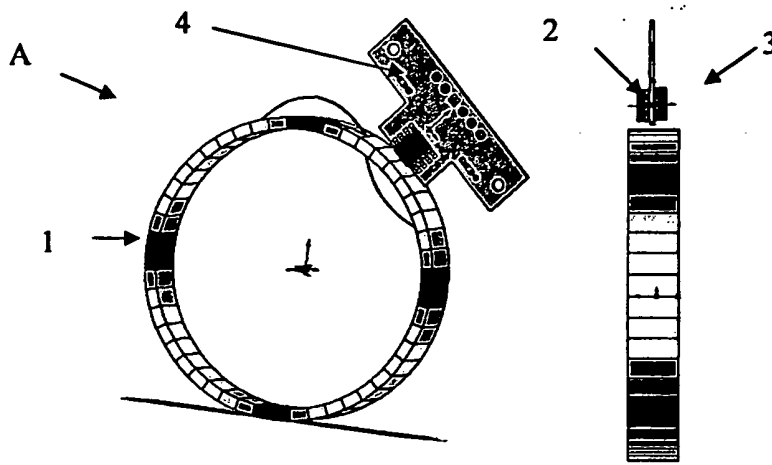


Figura 1

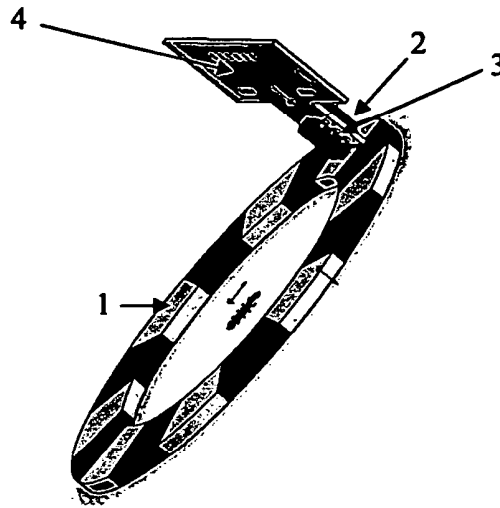


Figura 2

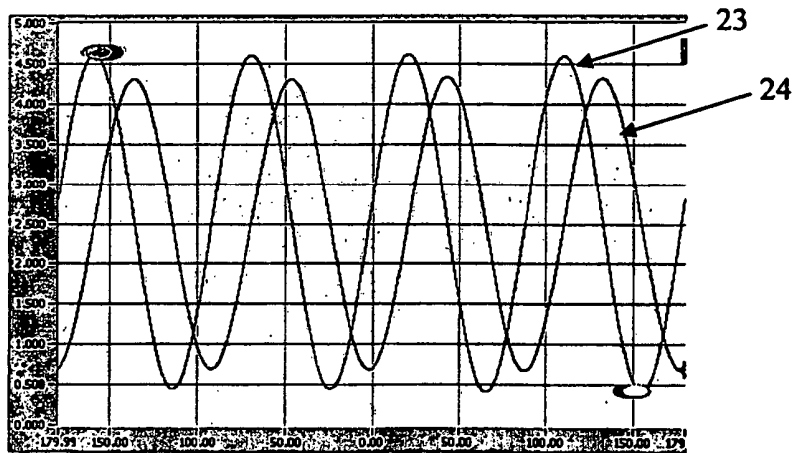


Figura 3

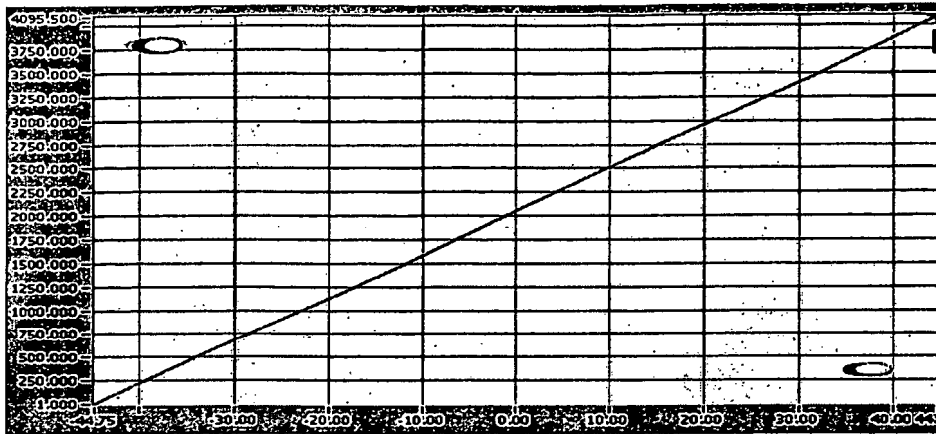


Figura 4

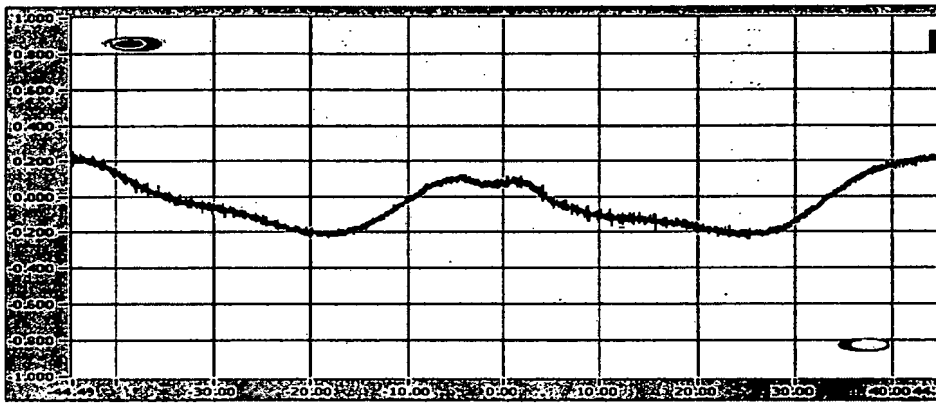


Figura 5

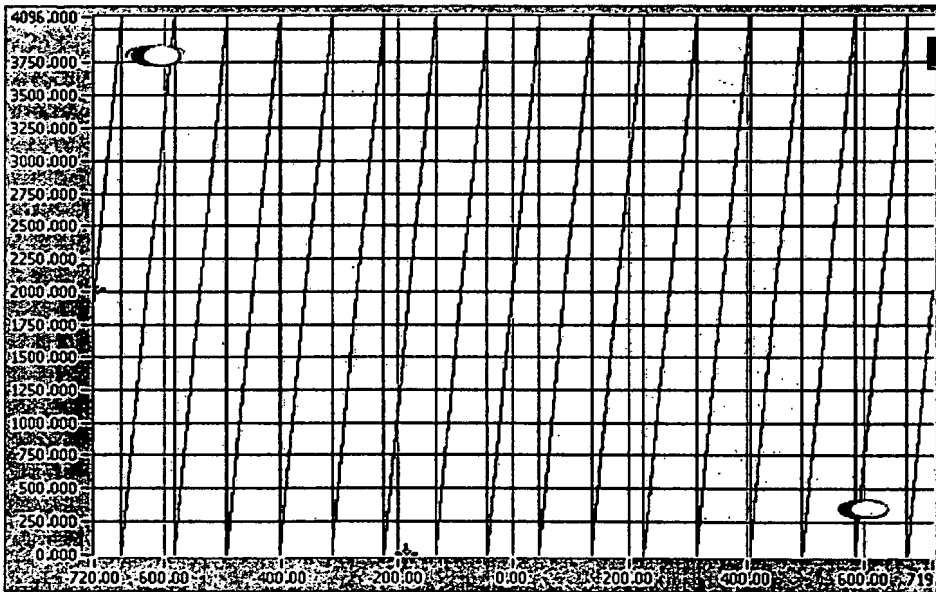


Figura 6

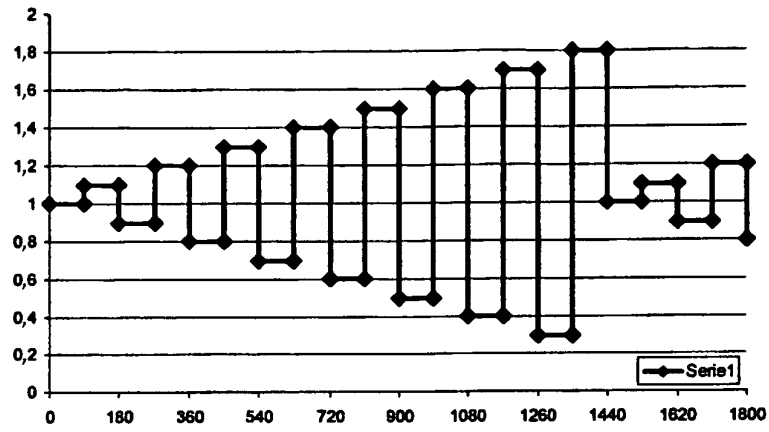


Figura 7

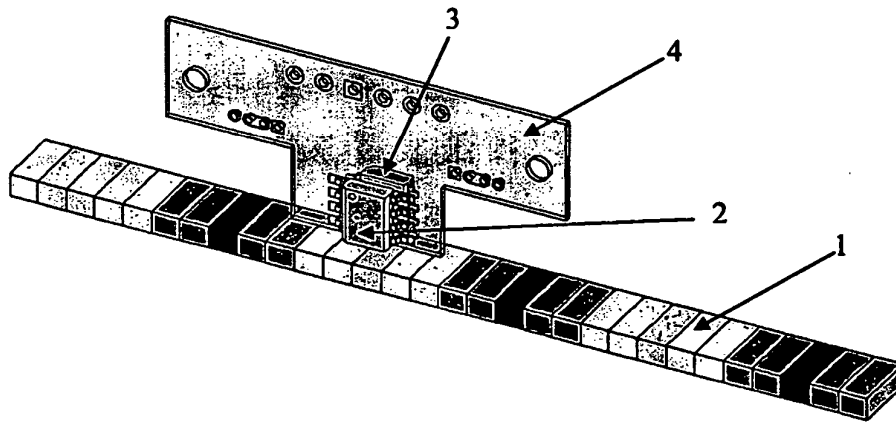


Figura 8

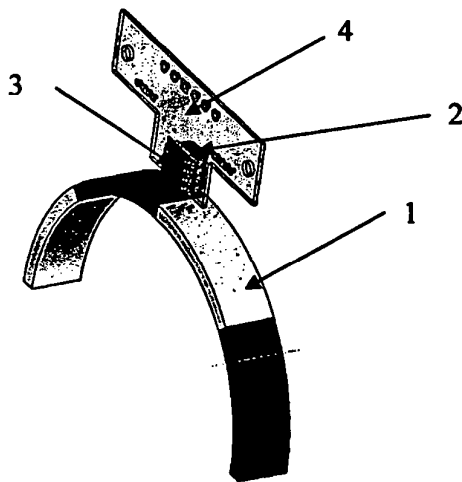


Figura 9

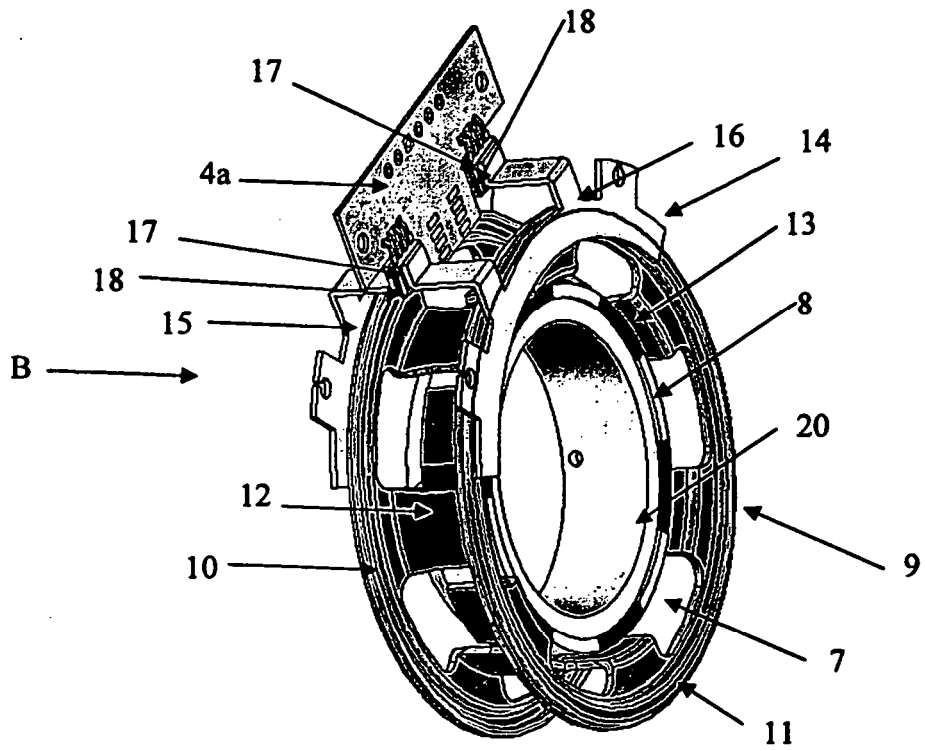


Figura 10

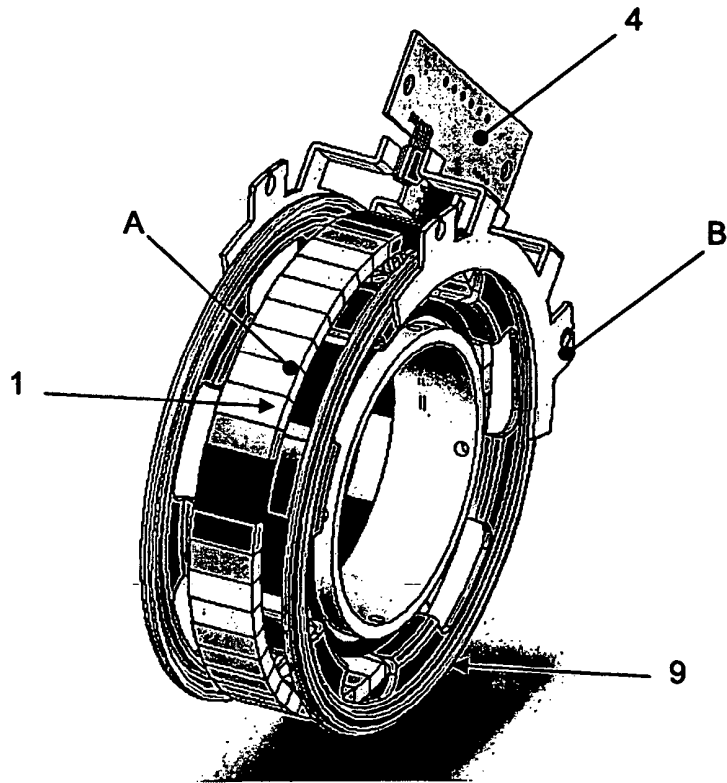


Figura 11

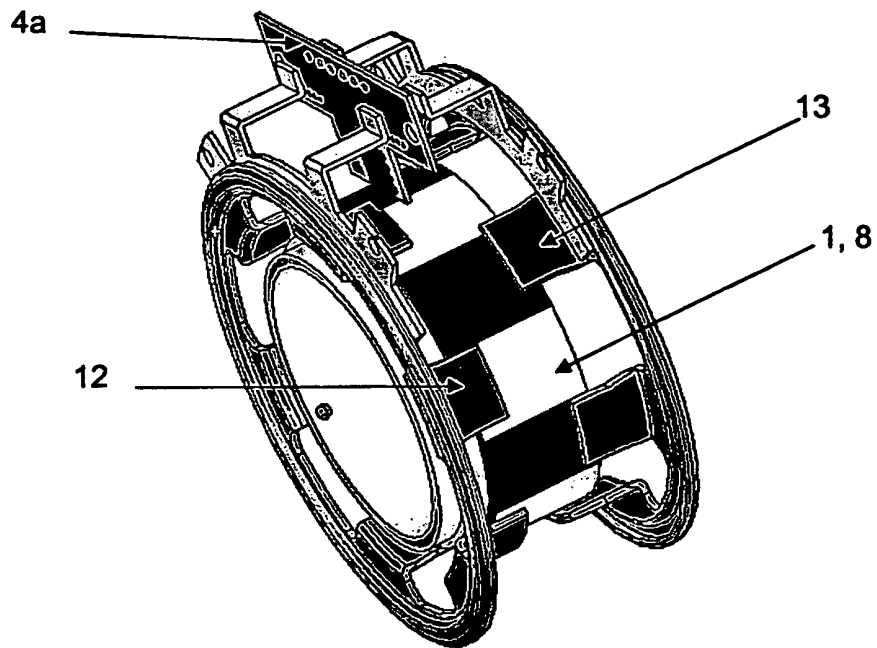


Figura 12

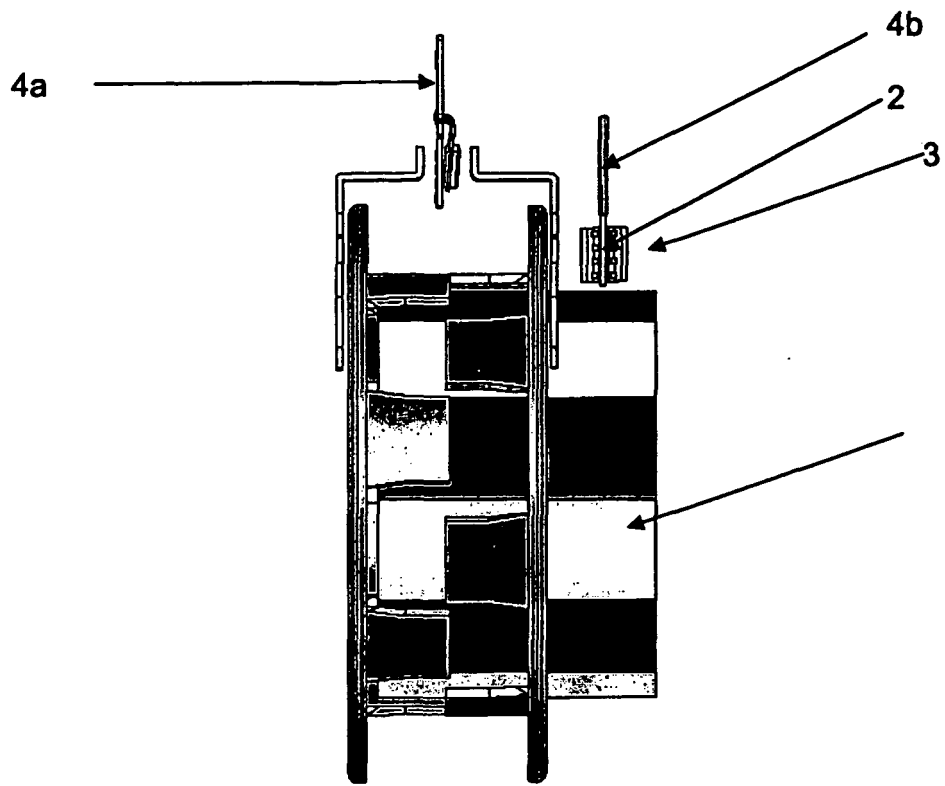


Figura 13

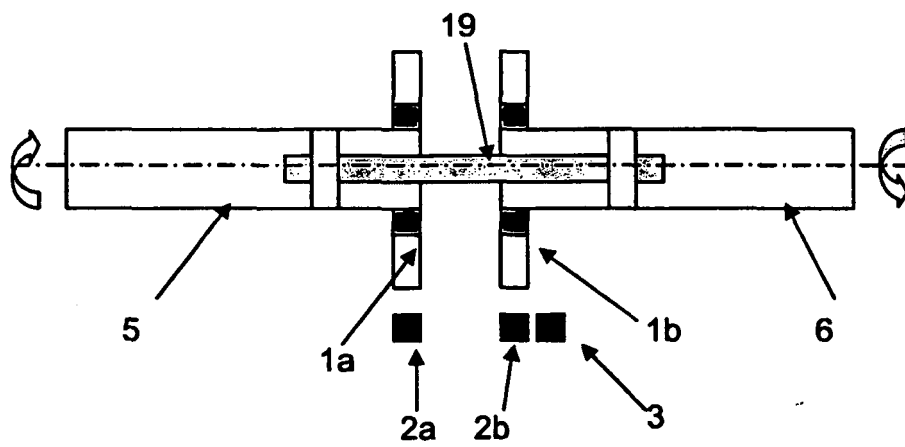


Figura 14

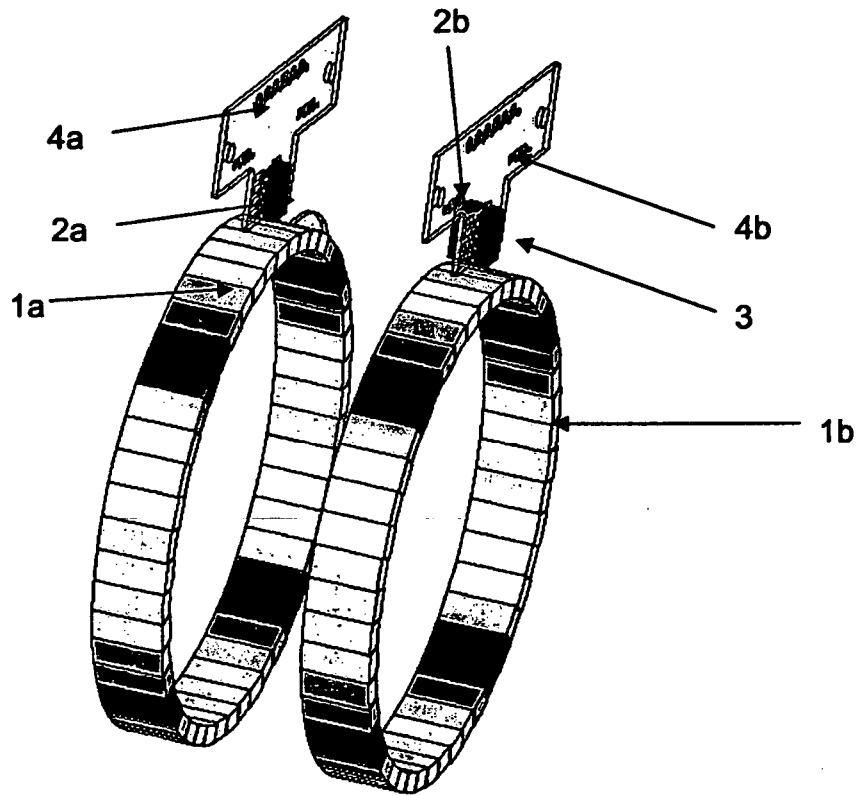


Figura 15