

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 225**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/245** (2006.01)

**B62D 15/02** (2006.01)

**G01D 5/14** (2006.01)

**B62D 1/00** (2006.01)

**B62D 21/00** (2006.01)

**B62D 47/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2008 PCT/FR2008/001093**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2009 WO09047401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2008 E 08838034 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 2171403**

54 Título: **Sensor magnético sin contacto de posición absoluta multigiro con árbol pasante**

30 Prioridad:

**24.07.2007 FR 0705373**

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

**27.07.2017**

73 Titular/es:

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

**ZAC LA FAYETTE 1 RUE CHRISTIAAN HUYGENS**  
**25000 BESANCON, FR**

72 Inventor/es:

**RONNAT, YANNICK y**  
**MASSON, GÉRALD**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 627 225 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

Sensor magnético sin contacto de posición absoluta multigiro con árbol pasante

- 5 La presente invención se refiere al campo de los sensores de posición rotativos magnéticos para unos ángulos superiores a  $360^\circ$  y que pueden llegar hasta varios giros y más particularmente a los sensores de posición destinados a la medición de la posición angular de una columna de dirección para automóvil, sin que esta aplicación sea exclusiva.
- 10 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 (ESP: Electronic Stability Program) y la dirección asistida eléctrica (EPS: Electric Power Steering). La información del ángulo de dirección y, por lo tanto, de las ruedas, puede utilizarse igualmente para unas funciones complementarias tales como los faros direccionales, el control de trayectoria, el aparcamiento automático etc.
- 15 Un sensor monogiro no puede él solo detectar la posición de la columna de la mayoría de los automóviles cuyo volante debe poder girar en al menos dos giros. Una solución podría ser asociar un sensor de  $360^\circ$  a un "top de giro" para saber en qué giro se encuentra el volante (por ejemplo, el documento WO07014599). Pero estos sistemas hacen 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 es, por lo tanto, que esta posición inicial se redefine cada vez que se vuelve a poner el contacto del automóvil. Esto quiere decir que si este sistema no tiene memoria de la última posición del ángulo del volante o si el ángulo se cambia cuando el contacto se corta, el ángulo indicado en la puesta en contacto será erróneo.
- 20 Además, las especificaciones para una aplicación a columna son muy estrictas. De hecho, esta aplicación necesita un sensor absoluto que pueda llegar hasta  $\pm 720^\circ$ , incluso  $\pm 1.440^\circ$  para una precisión inferior a  $\pm 2^\circ$  y una resolución inferior a  $0,1^\circ$ .
- 30 Para ello, existen diferentes soluciones multigiro absolutas para la medición de ángulo e implementan unas tecnologías diversas: potenciométricas, ópticas, inductivas o también magnéticas...
- Las soluciones ópticas tales como las descritas, por ejemplo, en las patentes europea EP1 219 527 o de los Estados Unidos US 6848 187 son complejas, costosas y pueden resultar incompatibles con un montaje en el compartimento motor por el hecho de su incompatibilidad con las condiciones de temperatura y de entorno.
- 35 Las soluciones inductivas son muy costosas en cuanto a desarrollo y a puesta a punto sobre una columna de dirección (documento de los Estados Unidos US 6 384 598).
- Las soluciones potenciométricas tienen grandes ventajas de las cuales principalmente su coste y su sencillez.
- 40 Se conoce, por ejemplo, en el estado de la técnica la patente de los Estados Unidos US 5.200.747 que presenta un sensor multigiro absoluto, compuesto por dos sensores de  $360^\circ$  potenciométricos. El primer potenciómetro se utiliza para medir el ángulo de rotación del órgano rotativo de  $0$  a  $360^\circ$  y el segundo potenciómetro se utiliza para determinar el número de rotaciones completas del órgano rotativo. El rotor del segundo potenciómetro está arrastrado por un sistema de rueda con un diente + piñón donde la rueda con un diente está unida al primer potenciómetro. Cada vez que el primer potenciómetro hace un giro completo, el único diente de la rueda engrana con el piñón (denominado rueda de "Ginebra") que hace girar el rotor del segundo potenciómetro en un ángulo predeterminado. El desplazamiento del segundo potenciómetro es, por lo tanto, incremental y su posición se incrementa con cada giro del primer potenciómetro. Determinando la salida de los dos potenciómetros, puede
- 45 determinarse el ángulo absoluto del órgano rotativo.
- 50 Se pueden señalar dos inconvenientes mayores para esta solución. Siendo la primera que la solución propuesta se hace con rozamiento entre el contacto y las pistas del potenciómetro, lo que reduce la duración de vida del sensor. Además, las pistas pueden deteriorarse con el contacto del polvo, del aceite o de otros líquidos. El segundo inconveniente mayor es el carácter incremental del segundo potenciómetro. En caso de defecto del primer potenciómetro, el segundo no permite detectar ni de manera vaga la posición en el giro del órgano rotativo ni detectar el mal funcionamiento del primer potenciómetro.
- 55 Se conocen igualmente en el estado de la técnica unas soluciones sin contacto magnéticas que calculan la posición absoluta de un órgano rotativo a partir del desfase continuo de dos sensores rotativos, tales como se describen, por ejemplo, en las patentes y aplicaciones de los Estados Unidos US2005000288286, japonesa JP2006119082, de los Estados Unidos US 6.941.241, US 5.930.905, US 6.466.889. El principio de estos sensores es idéntico: están compuestos por una rueda dentada unida a la columna que arrastra 2 piñones con número de dientes ligeramente diferente, solidarios cada uno con un imán. La rotación de cada imán se detecta por una sonda magnetosensible,
- 60 después las señales desfasadas se tratan por un algoritmo. La precisión del ángulo absoluto medido depende, por lo tanto, de la diferencia de dos señales procedentes de dos sensores diferentes e, igualmente, del algoritmo de
- 65

cálculo. La sustracción de dos señales para obtener una sola medición es un gran inconveniente. Esto disminuye la precisión por dos con respecto a la precisión de uno de los dos sensores tomados solos. El menor error de uno de los dos sensores, el menor desfase mecánico, el menor juego en uno de los piñones provoca un error de medición del ángulo. Además, esto necesita un algoritmo muy elaborado para calcular el ángulo absoluto del órgano rotativo.

5 El periodo de cada señal es muy pequeño comparado con el periodo del órgano rotativo (360 °). Esto significa que la señal tomada solo de uno de los dos sensores no permite en ninguno dar una información ni vaga de la posición del órgano rotativo. Esto es un problema en caso de fallo de un sensor que no puede diagnosticarse utilizando la señal del otro sensor.

10 Se conoce en el estado de la técnica, la solicitud WO 2005/076860 que describe un sensor de par y posición multigiros absoluto, donde la medición de la posición del órgano rotativo sigue el principio de la patente de los Estados Unidos US 5.200.747, es decir que la medición de posición se realiza por medio de dos sensores: un sensor de 360 ° directamente unido al órgano rotativo y un segundo sensor incremental arrastrado por una rueda de Ginebra. A diferencia de la patente de los Estados Unidos US 5.200.747, los sensores utilizados no son potenciométricos, sino de tipo magnético sin contacto. Cada uno de los dos sensores presenta un imán de aro y dos elementos magnetosensibles espaciados en 90 °, que miden el componente radial del campo generado por el imán y que conduce a dos señales sinusoidales en cuadratura que sirven después de descodificación para detectar la posición sobre 360 grados.

20 Esta patente resuelve el problema del contacto de la patente de los Estados Unidos US 5.200.747, pero el inconveniente relacionado con el principio incremental desarrollado anteriormente no se resuelve. Además, 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 respecto a la otra. Igualmente, la presencia de dos circuitos integrados desviados espacialmente en 90 ° aumenta el coste final del sensor, ya que la superficie de circuito impreso puede ser importante y el número de conexión se aumenta.

25 Los mismos inconvenientes relacionados con la utilización de incrementos se encuentran en la patente europea EP0699151 donde la señal vaga solo está codificada sobre 3 bits, lo que limita la precisión del sensor de giro, que, además, está realizado por no menos de 3 sondas de Hall.

30 Se conoce, por otra parte, en el estado de la técnica la solicitud de patente WO07057563 que describe un sensor de posición rotativo sobre 360 ° y que utiliza una sonda magnetosensible, con el fin de determinar la posición angular de un imán de aro o disco imantado sustancialmente de manera diametral. En esta patente, la sonda sensible a la dirección del campo magnético generado por el imán está colocada en el exterior del imán que permite, de este modo, obtener un sensor rotativo con árbol pasante destinado, por ejemplo, para medir el ángulo de rotación de una columna de dirección. Además, se describe en esta solicitud la utilización del sensor asociado a una reducción del movimiento, con el fin de llevar la rotación sobre varios giros a una rotación inferior o igual a un giro a la altura del sensor (véase figura 2). El inconveniente mayor de esta solución es el hecho de utilizar una reducción de relación n, lo que disminuye la resolución y la precisión otro tanto, lo que puede ser insuficiente para una aplicación tal como la columna de dirección donde la precisión y la resolución son muy elevadas.

El documento europeo EP1437575 describe un sensor de posición según el estado de la técnica.

45 La presente invención se propone resolver los problemas mencionados más arriba utilizando dos sensores de 360 ° sin contacto para realizar un sensor multigiros absoluto. El primer sensor sin contacto se utiliza para medir el ángulo de rotación del órgano rotativo de 0 a 360 ° y el segundo sensor se utiliza para determinar el número de rotaciones completas del órgano rotativo. Un sistema mecánico de reducción continua de relación n está integrado entre los dos sensores. El árbol de entrada del reductor está unido al primer sensor y el rotor del segundo sensor está unido al árbol de salida del reductor. Cada vez que el primer sensor hace un giro completo, el segundo sensor hace solamente 1:n giro. El segundo sensor permite obtener una medición del ángulo absoluto total con una precisión y una resolución limitada, pero el primer sensor resuelve este problema permitiendo afinar la medición del segundo sensor y, de este modo, obtener una precisión y una resolución muy finas sobre 360 °. Además, en caso de defecto del primer sensor, el segundo permite, sin embargo, detectar (resolución reducida n veces) la posición en el giro del órgano rotativo y detectar el mal funcionamiento del primer sensor.

60 La solución descrita a continuación permite, de este modo, aumentar la fiabilidad de las mediciones adaptándola al mismo tiempo ventajosamente a diferentes configuraciones geométricas (sensor de 2 giros, 3 giros etc., con la misma precisión y resolución sea el que sea el número de giro), en concreto, en el caso de un dispositivo con eje pasante.

La invención puede, siguiendo una configuración preferente, utilizar 2 sensores del tipo del descrito en la aplicación WO 2007/057563.

65 Un primer sensor, denominado principal, mide el ángulo del volante sobre un recorrido de 360 ° y suministra una señal proporcional a este ángulo sobre este recorrido. Para un ángulo superior, la señal suministrada es idéntica a la

suministrada para un ángulo idéntico de módulo  $360^\circ$ . Esta señal solo permite conocer la posición relativa del volante con respecto a la posición inicial, pero no su posición absoluta. De hecho, el primer sensor suministra una señal periódica de periodo de  $360^\circ$ . La medición del ángulo es precisa en este periodo, pero no permite saber en qué periodo se sitúa el árbol.

5 El segundo sensor tiene como función, por una parte, indicar en cada instante en qué periodo se encuentra el primer sensor, por otra parte, aportar una cierta redundancia, ya que la señal es ciertamente menos precisa, pero lo es lo suficientemente para poder compararla con un intervalo de valor en correlación con la señal del primer sensor. De hecho, si la señal suministrada está fuera del intervalo esperado, se puede deducir de ello un mal funcionamiento del sistema.

Existen varias posibilidades de generar la señal del segundo sensor.

15 La solicitud de patente WO 2005/076860 describe una manera de generar una segunda señal que es incremental (rueda de Ginebra), lo que hace que la señal indique bien en qué giro se encuentra el primer sensor, pero el hecho de que la señal sea de tipo discreto (utilización de valores por mesetas) no permite utilizarla para la redundancia.

20 La invención consiste en utilizar un medio mecánico de reducción continuo de velocidad entre el árbol principal (referencia 1 en la figura 11) y el segundo sensor de tal modo que la posición mecánica angular del segundo sensor sea sustancialmente proporcional a la posición angular para medir del árbol principal.

La señal del primer sensor es proporcional al ángulo del árbol de entrada, sobre  $360^\circ$ , y es periódica de periodo de  $360^\circ$ . Proporciona una indicación fina de la posición sobre un giro.

25 La señal del primer sensor es sustancialmente proporcional al ángulo del árbol de entrada sobre el recorrido completo, siendo al mismo tiempo menos precisa que la señal del sensor 1. Proporciona una indicación vaga de la posición sobre el recorrido completo.

30 Ventajosamente, la combinación electrónica de las 2 señales permite sintetizar una señal proporcional a la posición del árbol de entrada sobre el recorrido completo, del mismo tipo que la señal 2, pero con la precisión de la señal 1. La ganancia es, por lo tanto, significativa en cuanto a precisión y a resolución.

35 El experto en la materia conoce varios medios para realizar una reducción de velocidad de un árbol al otro. Las más ventajosas desde el punto de vista del volumen, para unas relaciones de reducción del orden de 3 a 5, son las siguientes:

- \* reducción con rueda y tornillo sin fin,

- \* reducción por tren de engranajes,

- \* reducción directa por engranaje: esta solución es posible, aunque no ventajosa desde el punto de vista del volumen,

- \* reducción por acoplamiento magnético.

Las dos señales tales como se representan en la figura 1 podrán, por ejemplo, exportarse hacia un microcontrolador que con la ayuda de las señales 1 y 2 generará una señal monótona creciente cuyas precisión y resolución están significativamente mejoradas con respecto a la señal 2.

50 La invención se comprenderá mejor a la vista de las figuras 1 a 20 que ilustran unos ejemplos de realización preferentes, pero no exclusivos de este tipo de sensor angular absoluto multigiro de alta precisión, con redundancia incorporada.

55 La presente invención se refiere igualmente al campo de los sensores de par y posición rotativos magnéticos para unos ángulos iguales o superiores a  $360^\circ$  y que pueden llegar hasta varios giros y más particularmente a los sensores de par y de posición destinados a la medición de la torsión de una columna de dirección y la posición angular de una columna de dirección para automóvil, sin que esta aplicación sea exclusiva.

60 El par ejercido por el conductor sobre la columna de dirección es una información necesaria para determinar el nivel de asistencia de dirección eléctrica. Lo que permite que el conductor gire más fácilmente el volante. La información del par y de la posición de la columna de dirección se ponen de este modo en común para optimizar la asistencia y la estabilidad del vehículo. La presente invención propone una solución que asocia acertadamente un sensor de posición superior o igual a  $360^\circ$  y un sensor de par magnético como, por ejemplo, el descrito en la patente francesa FR2872896. De este modo, la presente solución ofrece un montaje cómodo y una integración muy compacta, con una sensibilidad optimizada y unas piezas de tamaños y de pesos mínimos. Podemos encontrar en el estado de la técnica unas soluciones de par y posición, pero que son sencillamente un sensor de par tradicional y un sensor de

posición puestos el uno al lado del otro. Por ejemplo, la patente de los Estados Unidos US2006 0236784 presenta una solución de sensor de par y sensor de posición multigiro, pero se trata sencillamente de la puesta extremo con extremo de un sensor de par magnético y de un sensor de posición multigiro magnético. Lo que da lugar a un volumen importante, a la obligación de utilizar varios PCB o un PCB ligero, ya que los elementos de Hall se encuentran en unos planos diferentes y con una interacción magnética entre los sensores de par y de posición.

Este es el motivo por el que la presente invención se propone remediar estos inconvenientes. Para ello, el nuevo sensor integrado que agrupa un sensor de par y de posición se compone de cuatro estructuras magnéticas distintas:

- 10 - una primera estructura magnética rotórica que comprende una pluralidad de imanes fijados sobre una culata e imantados radialmente, que pertenece al sensor de par,
- una segunda estructura magnética estatórica que comprende dos coronas concéntricas que presentan una pluralidad de dientes que pertenece al sensor de par,
- 15 - una tercera estructura colectora fija constituida por dos porciones de anillos concéntricos prolongadas por ramas que se cierran para formar un entrehierro de medición donde está colocado un elemento magnetosensible que pertenece al sensor de par,
- una cuarta estructura compuesta por un imán imantado diametralmente (o de Halbach) colocado entre las coronas de la parte estatórica y que puede, por lo tanto, sobremoldearse sobre la pieza plástica que soporta la segunda estructura magnética del sensor de par. Un elemento magnetosensible de tipo MLX 90316 u otro está
- 20 colocado en el exterior del imán del sensor de posición y forma parte del mismo PCB que el elemento magnetosensible del sensor de par.

Esta construcción permite de este modo obtener un sensor de par y de posición cuyo volumen axial es idéntico al volumen de un sensor de par solo. En esta configuración, el imán del sensor de par y el imán del sensor de posición son concéntricos y todos los elementos de hall están situados en el plano mediano de los imanes que es perpendicular al eje de rotación de los sensores. Esto tiene como ventaja que se pueden insertar todos los elementos de hall sobre un único PCB y anular la interacción magnética de un sensor sobre el otro.

Además, el coste de un sensor de este tipo integrado se reduce por la puesta en común de las piezas que lo componen: El imán del sensor de posición y las coronas concéntricas del sensor de par pueden sobremoldearse al mismo tiempo y solo forman, por lo tanto, una sola pieza, y lo mismo para las sondas de Hall del sensor de par y de posición que forman parte del mismo y único PCB.

A esta construcción, podemos añadir una reducción y un sensor de posición absoluta tal como los describe la primera parte de esta patente.

De manera ventajosa, los dos sistemas de detección están posicionados en las inmediaciones el uno del otro de modo que se puedan integrar en una sola carcasa. El dispositivo realizado de este modo es compacto y puede, por lo tanto, posicionarse cómodamente sobre un dispositivo para medir.

La invención se comprenderá mejor a la vista de las figuras 21 a 25 que ilustran unos ejemplos de realización preferentes, pero no exclusivos, de este tipo de sensor de par y posición angular absoluto multigiro de alta precisión, con redundancia incorporada:

- 45 - La figura 1, procedente de la técnica anterior, muestra una solución monogiro,
- la figura 2, procedente de la técnica anterior, muestra una solución multigiro con reductor + sensor monogiro,
- la figura 3, procedente de la técnica anterior, muestra las señales de salida de una solución multigiro discontinua,
- 50 - la figura 4, procedente de la técnica anterior, muestra una solución magnética multigiro con sistema de reducción discontinua,
- la figura 5, procedente de la técnica anterior, presenta una solución potenciométrica multigiro con sistema de reducción discontinua,
- 55 - la figura 6, procedente de la técnica anterior, muestra las señales de salida de una solución multigiro discreta,
- la figura 7, procedente de la técnica anterior, muestra una solución multigiro con desfase de señales por medio de dos ruedas dentadas con dentado ligeramente diferentes,
- 60 - la figura 8, procedente de la técnica anterior, presenta dos Señales de salida con desfase creciente,

- la figura 9, procedente de la técnica anterior, muestra una solución multigiro en extremo de eje,
- la figura 10 es un gráfico que muestra las señales de salida de los 2 sensores,
- 5 - la figura 11 presenta una vista de frente de la invención con rueda y tornillo sin fin,
- la figura 12 presenta una vista en despiece en perspectiva por arriba del sensor completo con rueda y tornillo sin fin,
- 10 - la figura 13 muestra los elementos de la figura 11 vistos desde abajo,
- la figura 14 es una vista en despiece en perspectiva, con tapa quitada de la invención con rueda y tornillo sin fin,
- la figura 15 es una vista de conjunto, de frente, con tapa quitada de la invención con rueda y tornillo sin fin,
- 15 - la figura 16 es una vista sin tapa por transparencia de la invención con reducción por tren de engranaje,
- la figura 17 es una vista en despiece en perspectiva del sensor con reducción por tren de engranaje, con carcasa quitada,
- 20 - la figura 18 es una vista en perspectiva de la invención con reducción por tren de engranaje,
- la figura 19 es una vista de lado de la invención con reducción por tren de engranaje, con carcasa quitada,
- 25 - la figura 20 es una vista de la invención con reductor magnético compuesto por el imán principal y por el imán de acoplamiento en posición,
- la figura 21 es una vista de frente de la asociación de un sensor de par y del sensor de posición principal de 360 °,
- 30 - la figura 22 es una vista en corte de la asociación de un sensor de par y del sensor de posición principal de 360 °,
- la figura 23 es una vista de los ASICS del sensor de par y posición integrado sobre el mismo PCB,
- 35 - la figura 24 es una vista en perspectiva de la asociación de un sensor de par, del sensor de posición principal de 360 ° y del sensor secundario con transformación de movimiento con tornillo,
- la figura 25 es una vista de frente de la asociación de un sensor de par, del sensor de posición principal de 360 ° y del sensor secundario con transformación de movimiento con tornillo,
- 40 - la figura 26 es una vista de lado de la asociación de un sensor de par, del sensor de posición principal de 360 ° y del sensor secundario con transformación de movimiento con tornillo.

#### Descripción detallada de las figuras

45 Las figuras 1 a 9 son unas figuras que presentan la técnica anterior descrita en la primera parte de esta patente.

La figura 10 muestra las señales de salida de la presente invención. La primera señal es una señal periódica sobre 360 ° (1 giro) que tiene una resolución muy fina y la segunda señal es una señal absoluta sobre 4 giros que tiene una resolución 4 veces menor que la señal periódica.

Las figuras 11 a 15 muestran la utilización de un reductor con rueda y tornillo sin fin.

El tornillo (1) de diámetro importante es hueco para montarse alrededor del eje para medir, por ejemplo, una columna de dirección de un vehículo automóvil. Dicho tornillo se fija sobre el eje para medir. Un primer imán (3) de imantación diametral está unido a este tornillo y forma parte del primer sensor, con señal precisa sobre un giro. Este imán puede montarse sobre una culata magnética (8) o no. Dicho tornillo está en unión pivote con la carcasa (9) del sensor. Estando dicha carcasa fija en la aplicación. Este tornillo arrastra en rotación un piñón (4) al que está unido un segundo imán (7) que forma parte del segundo sensor magnético con señal menos precisa pero que se extiende sobre la totalidad del recorrido (figura 10, señal nº 2). Dicho piñón está en unión pivote con la carcasa (9). El recorrido angular de los volantes de vehículo automóvil se extiende en la mayoría de los casos entre 2 y 5 giros, sin que estos valores sean exhaustivos. La relación de reducción se elige para que el imán indicador de giro (7) haga un poco menos de un giro sobre la totalidad del recorrido. De hecho, es este recorrido angular el que permite sacar el mejor partido de las posibilidades del segundo sensor, en cuanto a resolución. En el ejemplo ilustrado, el tornillo (1) es con 3 roscas y el piñón (4) con 13 dientes. La relación de reducción es, por lo tanto, de 4,33, lo que hace que esté totalmente indicado para ir sobre un volante de 4 giros de recorrido. La transformación de movimiento tolera un ligero

juego, pero este debe limitarse a lo estricto necesario para no disminuir de manera excesiva la precisión del segundo sensor por añadidura de una histéresis parásita relacionada con el juego en la reducción.

La sonda 2 mide los componentes radiales y tangenciales del imán 3 que está imantado diametralmente.

5

La sonda (6) mide los componentes axiales y tangenciales del imán (7) que está imantado diametralmente.

Este tipo de elección de construcción permite tener un sensor compacto con un escaso número de piezas y estas piezas pueden estar realizadas fácilmente a gran escala en inyección plástica por un coste reducido. Esta estructura permite, además, colocar las 2 sondas (2 y 6) sobre el mismo PCB (5), lo que es una ventaja no desdeñable desde el punto de vista del coste de fabricación.

10

Las figuras 16 a 19 muestran la utilización de un reductor con tren de engranajes

15

Una primera rueda (1), hueca, está unida al árbol del que se debe medir la posición angular. Dicho árbol atraviesa la rueda (1) de parte a parte.

Un primer imán (3) imantado diametralmente está unido a esta rueda y forma parte del 1er sensor, con señal fina sobre un giro (figura 10, señal nº 1). Un segundo móvil (12) compuesto por un piñón y por una rueda engrana sobre la primera rueda (1). Un tercer móvil (13) similar al segundo engrana sobre este y arrastra un cuarto móvil (14) en rotación. Todos estos móviles están en unión pivote en la carcasa (9). Este conjunto de móviles, llamado tren de engranaje, realiza una reducción de la velocidad angular de la rueda 1.

20

El cuarto móvil lleva un imán (7) imantado diametralmente y un anillo (16) de hierro dulce que tiene función de blindaje magnético. Este segundo imán (7) forma parte del segundo sensor (figura 10, señal nº 2) con señal vaga, pero que se extiende sobre la totalidad del recorrido.

25

Este segundo sensor puede ser con eje pasante o no, pudiendo la unión pivote entre el cuarto móvil (14) y la carcasa (9) estar desplazada. Los componentes del campo del imán medidos por la sonda son, por lo tanto, 2 componentes radiales, ortogonales el uno al otro, sobre un punto del eje de rotación del imán en el caso de un eje no pasante o los componentes radial y tangencial en un punto en el exterior del imán en el caso de un eje pasante.

30

De la misma manera que en el ejemplo anterior, la relación de reducción se elige para que el cuarto móvil (14) y, por lo tanto, el imán (7) hagan un poco menos de un giro sobre el recorrido total del árbol de entrada.

35

El número de móviles puede modificarse para adaptarse a las limitaciones de volumen o al recorrido requerido.

Siendo el par para transmitir extremadamente escaso, los dientes de engranaje pueden estar hechos con un ángulo de presión escaso, por ejemplo, 12°, de manera que se limiten al máximo los juegos que perjudican la precisión del segundo sensor. De hecho, aunque la precisión requerida no sea muy elevada para la función de descodificación del giro, lo es bastante más para la función de redundancia.

40

Todos los móviles pueden estar realizados de manera económica en inyección plástica, así como la carcasa (9) que los lleva. Las sondas (2 y 6) están soldadas sobre un único PCB (5), lo que hace económico el procedimiento.

45

En el ejemplo ilustrado, los dentados elegidos son:

- rueda de entrada 1: 60 dientes,

- rueda 12: 12 y 34 dientes,

50

- rueda 13: 12 y 39 dientes,

- rueda de salida 14: 35 dientes.

55

Lo que hace una relación de reducción de 5,37. El ejemplo ilustrado en este caso está adaptado, por lo tanto, para un recorrido de volante de 5 giros.

La figura 20 ilustra la utilización de un acoplamiento magnético directo.

60

En el ejemplo ilustrado, el imán de aro (3) imantado diametralmente está unido al árbol del que se debe medir la rotación. Un imán de aro multipolar (20) dispuesto en el mismo plano y en unión pivote con la carcasa interactúa con esta. De hecho, los polos norte y sur alternan frente a los polos sur y norte del imán principal (3), que realiza de este modo una reducción de velocidad angular entre los 2 imanes. El experto en la materia conoce bien estos sistemas de reducción magnética sin contacto que permiten hacer unas reducciones a través de unas paredes finas amagnéticas o sin contacto mecánico directo entre las ruedas.

65

## ES 2 627 225 T3

En el ejemplo ilustrado, el imán del árbol primario (3) tiene un par de polos, el imán del árbol secundario (20) con 6 pares de polos, lo que proporciona una relación de reducción de 6 entre los 2 árboles y que hace el sistema adaptado para medir unos recorridos de volante de 6 giros aproximadamente.

- 5 Un imán bipolar (7) colocado en el corazón de la rueda secundaria permite captar la posición angular de la rueda secundaria de la misma manera que en el ejemplo anterior. El imán principal (3) está unido de manera rígida a la columna de dirección, lo que permite medir de manera precisa la posición.

10 Las figuras 21 y 22 son una vista de frente y una vista en corte del conjunto muy compacto del sensor de par y sensor de posición absoluto de 360 °. Este conjunto agrupa:

- un sensor de par compuesto por un imán multipolar (10) de dos estatores, por dos colectores (8), por dos elementos magnetosensibles (7) montados sobre un PCB (5),
- 15 - un sensor de posición compuesto por un imán imantado diametralmente (3) que se encuentra acertadamente entre 2 estatores para optimizar el volumen del conjunto y una sonda (6) que mide los componentes axiales y tangenciales del imán (3) dispuesto sobre el PCB (5). De este modo, el imán (3) puede sobremoldearse al mismo tiempo que los estatores y la medición del par y de la posición con la ayuda del elemento magnetosensible se hace en un mismo plano.

20 La figura 23 es una vista de los 2 ASIC hall del sensor de par (7), del ASIC Hall para el sensor de posición de 360 °, del único PCB sobre el que los ASIC están integrados y la estructura colectora del sensor de par.

25 Las figuras 24 y 25 y 26 son respectivamente una vista en perspectiva, una vista en corte y una vista de frente de un conjunto de sensor de par y sensor de posición absoluto multigiros. Este conjunto agrupa:

- un sensor de par compuesto por un imán multipolar (10) de dos estatores, por dos colectores (8), por dos elementos magnetosensibles (7) montados sobre un PCB (5),
- 30 - un sistema de detección que genera una señal según una función "periódica" de periodo  $\Theta/n$  que da la posición angular periódica compuesta por un imán imantado diametralmente (3) que se encuentra acertadamente entre los 2 estatores para optimizar el volumen del conjunto y una sonda (6) que mide los componentes axiales y tangenciales del imán (3) dispuesto sobre el PCB (5),
- 35 - un sistema de detección que genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta compuesto por una reducción con rueda (18) y tornillo sin fin (11) (véase descripción de las figuras 11 a 15) de un imán (19) imantado diametralmente y por una sonda (16) que medie los componentes axiales y tangenciales del imán (19).

40 Tal como se puede observar esto, en concreto, en las figuras 11 a 19, los dos sistemas de detección o sondas (2) y (6), están ventajosamente posicionados en las inmediaciones el uno del otro, con el fin de realizar un sensor compacto que pueda montarse en una sola y misma carcasa.



REIVINDICACIONES

1. Sensor magnético de posición absoluta para medir la posición angular sobre un recorrido Theta de un árbol que atraviesa dicho sensor y que incluye al menos dos sistemas de detección de posición de dicho árbol,  
 5 **caracterizado por que:**
- al menos un primer sistema de detección incluye un sistema mecánico de transformación de movimiento continua cuyo árbol de entrada está unido a dicho árbol, generando dicho al menos un primer sistema de detección una señal según una función periódica de periodo  $\Theta/n$  que da la posición angular periódica de dicho árbol;
  - al menos un segundo sistema de detección genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol
  - Theta y n verifican las relaciones
- 10
- $\Theta/n = 360$
  - $n > 1$
- 15
- un primer imán de imantación diametral está unido a un tornillo de diámetro importante, hueco, montado alrededor del árbol y forma parte del primer sistema, dicho tornillo arrastra en rotación un piñón al que está unido un segundo imán que forma parte del segundo sistema de detección.
- 20
2. Sensor de posición según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sistema de detección que genera una señal según una función "periódica" de periodo  $\Theta/n$  que da la posición angular periódica de dicho árbol incluye al menos 2 elementos magnetosensibles localizados sustancialmente en el mismo punto que miden el componente tangencial o radial o axial del campo magnético creado por un imán y el componente radial o axial o tangencial del campo magnético para proporcionar 2 señales sinusoidales sustancialmente desfasadas en  $90^\circ$ .
- 25
3. Sensor de posición magnético según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el sistema de detección que genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol incluye al menos un imán sobre el árbol de salida del sistema mecánico de transformación de movimiento continua y al menos un elemento magnetosensible.
- 30
4. Sensor de posición según la reivindicación 3, **caracterizado por que** sistema de detección que genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol incluye al menos 2 elementos magnetosensibles localizados sustancialmente en el mismo punto que miden el componente tangencial o radial o tangencial del campo magnético y el componente radial o axial o tangencial del campo magnético para proporcionar 2 señales sinusoidales sustancialmente desfasadas en  $90^\circ$ .
- 35
5. Sensor de posición magnético según la reivindicación 4, **caracterizado por que** los elementos magnetosensibles del sistema de detección que genera una señal según una función periódica de periodo  $\Theta/n$  que da la posición angular periódica de dicho árbol y el o los del sistema de detección que genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol son coplanarios.
- 40
6. Sensor de posición magnético según la reivindicación 5, **caracterizado por que** los elementos magnetosensibles están vinculados al mismo plano de conexión.
- 45
7. Sensor de posición magnético según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el sistema mecánico de transformación de movimiento continua es un reductor con ruedas o con tornillo sin fin.
- 50
8. Sensor de posición magnético según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el sistema mecánico de transformación de movimiento continua es un reductor sin contacto compuesto por al menos 2 imanes multipolares de los que al menos 1 está unido a dicho árbol.
- 55
9. Sensor de posición magnético según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el imán multipolar del reductor unido a dicho árbol es igualmente el imán del sistema de detección que genera una señal según una función "periódica" de periodo  $\Theta/n$  que da la posición angular periódica de dicho árbol.
- 60
10. Sensor de posición magnético según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el imán multipolar del reductor unido al sistema de transformación de movimiento continuo es igualmente el imán del sistema de detección que genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol.
- 65
11. Sensor de posición magnético según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un circuito de tratamiento de la señal realiza un cálculo de la posición absoluta muy preciso de dicho árbol sobre el recorrido completo Theta utilizando las señales eléctricas de los dos sistemas de detección.
12. Sensor de posición magnético según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los dos sistemas de detección están posicionados en las inmediaciones el uno del otro de modo que se puedan integrar en una sola carcasa.

13. Conjunto de sensor de posición, en concreto, destinado para la detección de la torsión de una columna de dirección, **caracterizado por que** incluye:

5 al menos un sistema de detección de la posición angular relativa +/- PHI, con  $PHI > 20$ , de un árbol de entrada y de salida coaxiales unidos por una barra de torsión para deducir de ello el par de torsión ejercida sobre la barra, constituido por una primera estructura magnética rotórica que comprende una pluralidad de imanes orientados radialmente, por una segunda estructura estatórica que comprende dos coronas prolongadas por dientes en las inmediaciones de la que está colocado al menos un elemento magnetosensible,

10 - al menos un sensor magnético de posición absoluta según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para medir la posición angular sobre un recorrido Theta del árbol de entrada o de salida; y

- al menos un sistema de tratamiento de la señal, **caracterizado por que**

- al menos un sistema de detección genera una señal según una función periódica de periodo Theta/n que da la posición angular periódica de dicho árbol;

15 - al menos un sistema de detección genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol  
- Theta, PHI y n verifica

Theta/n = 360

Theta/Phi > 20

20

n > = 1

ya sea dicho árbol del sistema de detección igualmente el árbol de entrada o de salida del sensor de par.

25 14. Conjunto de sensor de posición según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el sensor de par incluye una tercera estructura colectorora fija constituida por dos piezas de cierre de flujo que definen al menos un entrehierro en el que está colocado al menos un elemento magnetosensible.

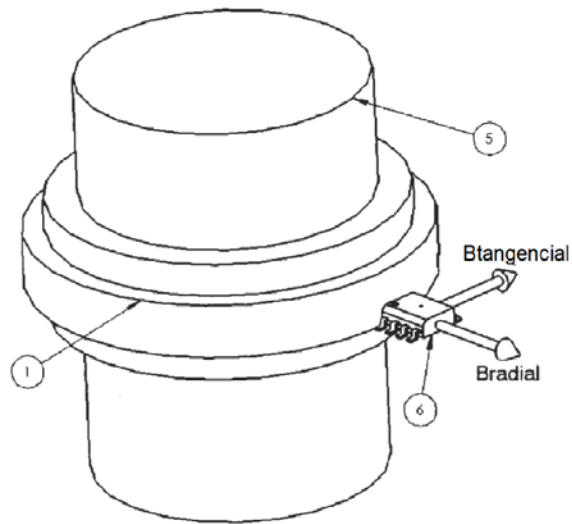
30 15. Conjunto de sensor de posición según la reivindicación 14, **caracterizado por que** las piezas de cierre de flujo del sensor de par y las coronas de estátores definen entre sí una superficie de recogida constante e independiente de la posición radial relativa de las dos estructuras estatórica y colectorora.

35 16. Conjunto de sensor de posición según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el sensor de posición absoluto está realizado según una de las reivindicaciones 2 a 11.

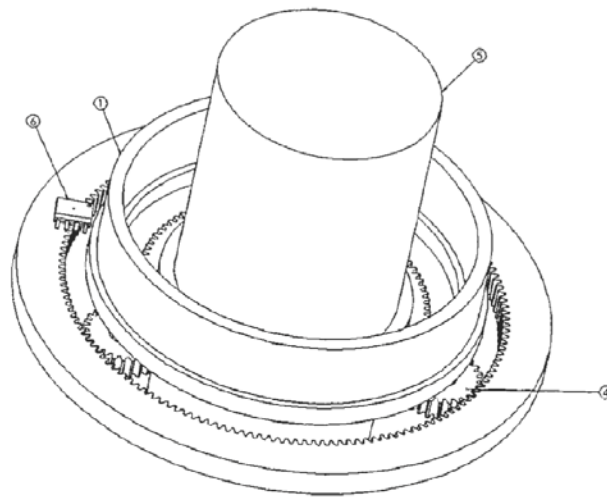
40 17. Conjunto de sensor de posición magnético según la reivindicación 13, **caracterizado por que** los elementos magnetosensibles del sistema de detección que genera una señal según una función "periódica" de periodo Theta/n que da la posición angular periódica de dicho árbol o/y el o los del sistema de detección que genera una señal absoluta sobre un recorrido de theta de dicho árbol son coplanarios con el o los elementos magnetosensibles del sensor destinado para la medición de torsión.

45 18. Conjunto de sensor de posición magnético según la reivindicación 13, **caracterizado por que** al menos un blindaje está integrado entre el sensor destinado para la medición de torsión y los sistemas de detección de posición de dicho árbol.

50 19. Conjunto de sensor de posición magnético según la reivindicación 13, **caracterizado por que** los subconjuntos magnéticos del sensor de par y de posición están sobremoldeados.



**Figura 1 (Técnica anterior)**



**Figura 2 (Técnica anterior)**

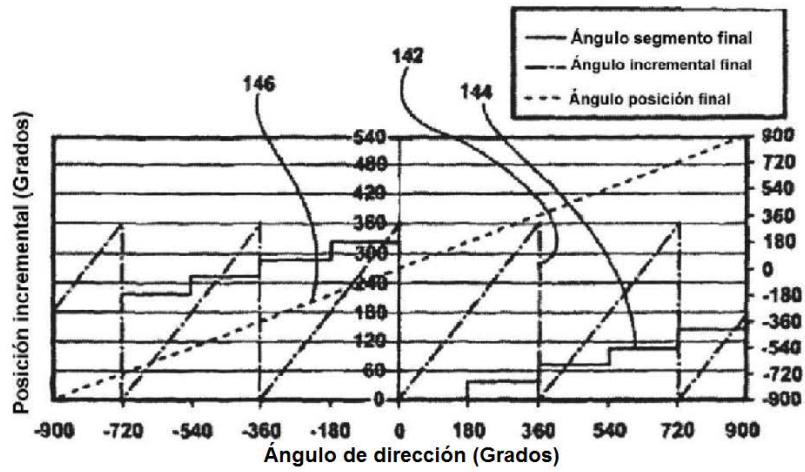


Figura 3 (Técnica anterior)

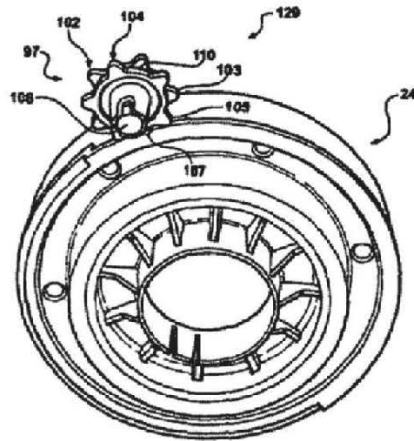


Figura 4 (Técnica anterior)

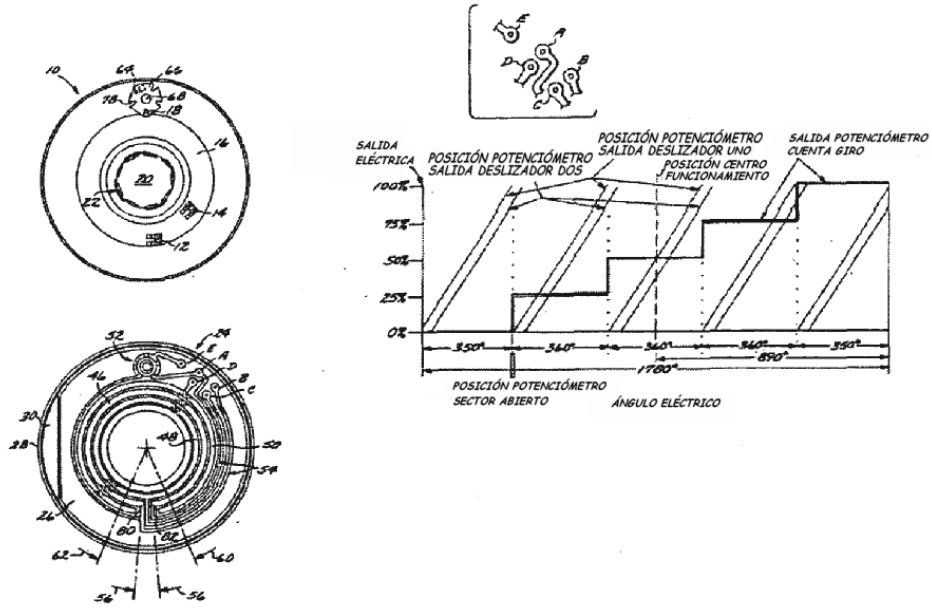


Figura 5 (Técnica anterior)

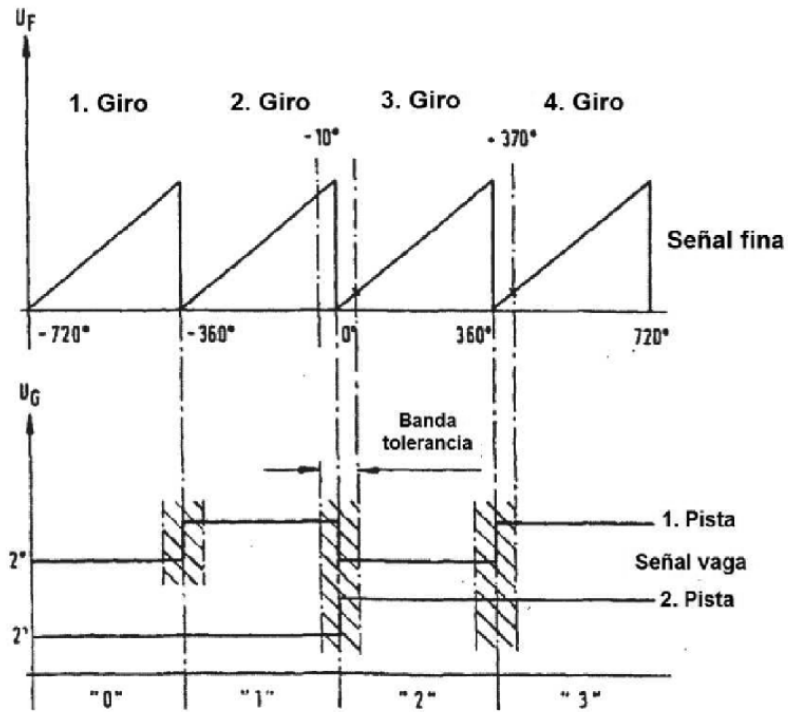


Figura 6 (Técnica anterior)

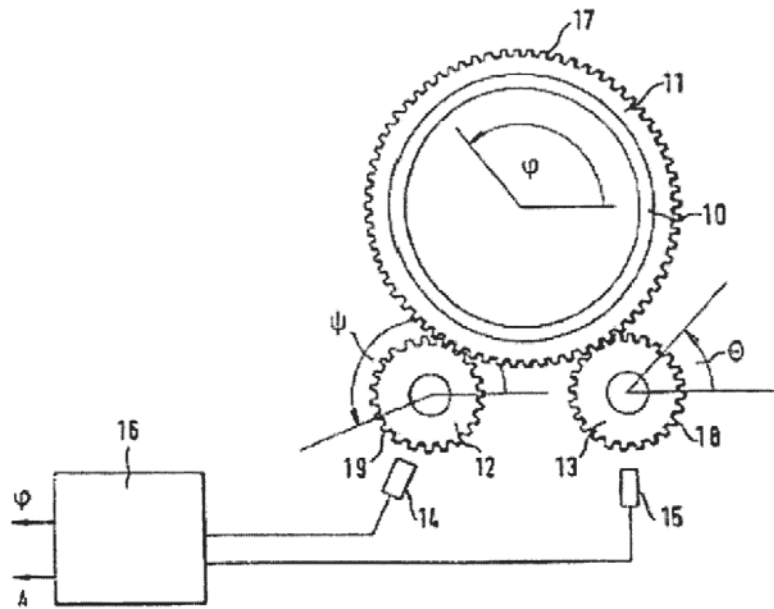


Figura 7 (Técnica anterior)

[FIG. 2]

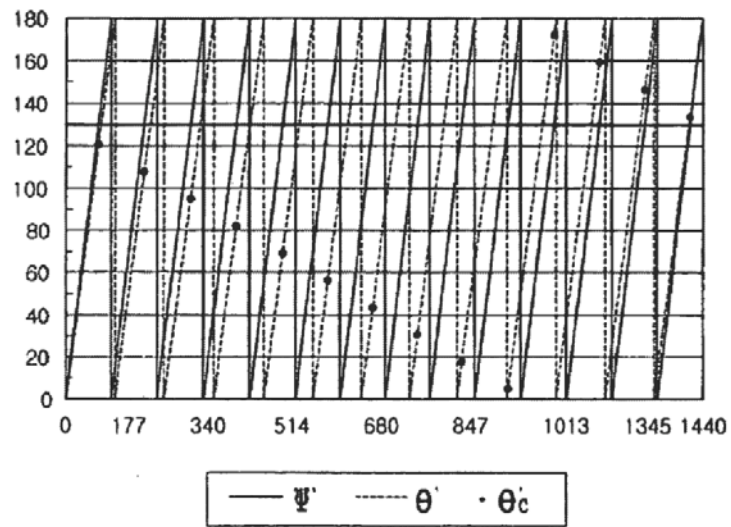


Figura 8 (Técnica anterior)

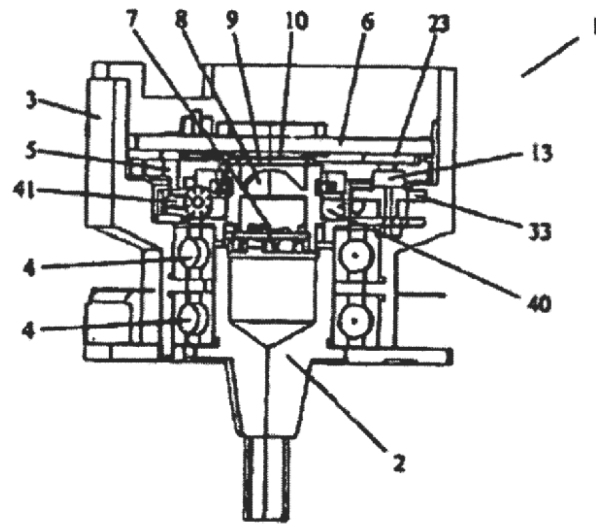
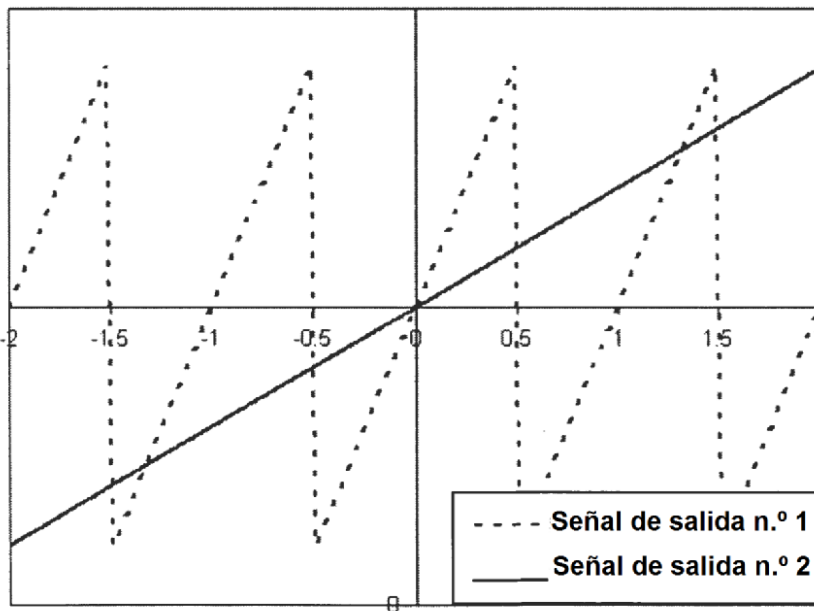
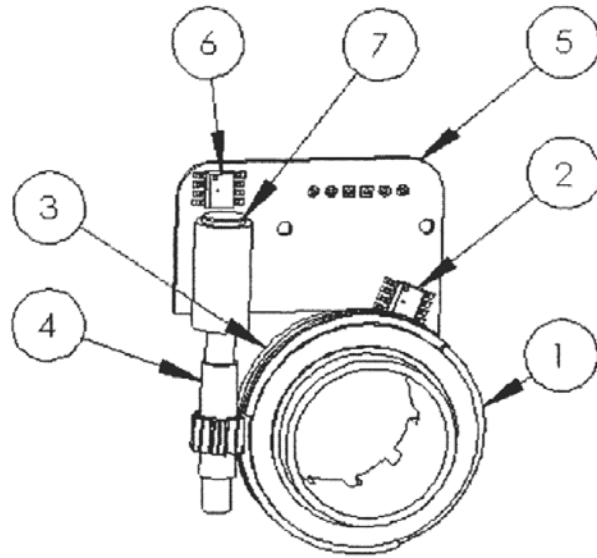


Figura 9 (Técnica anterior)

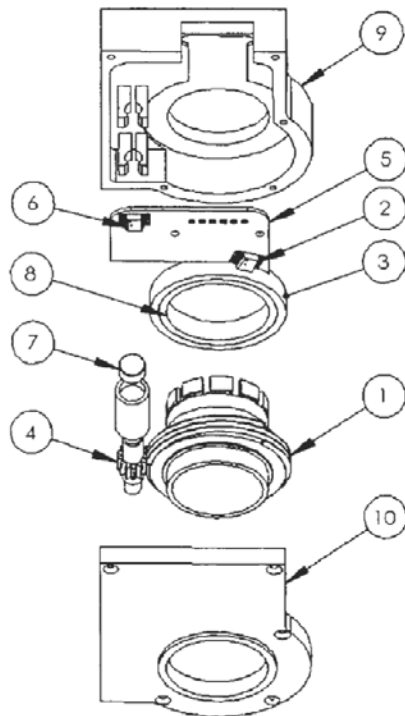


Recorrido del árbol para medir (giro)

Figura 10



**Figura 11**



**Figura 12**



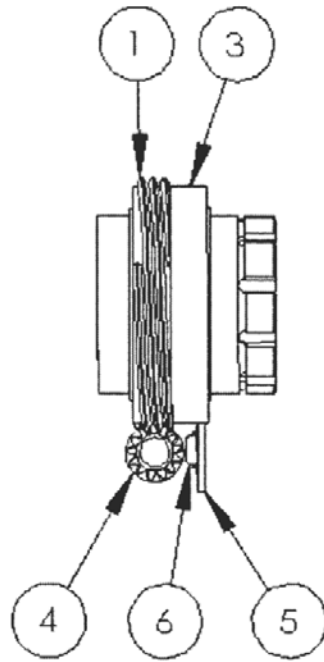


Figura 13

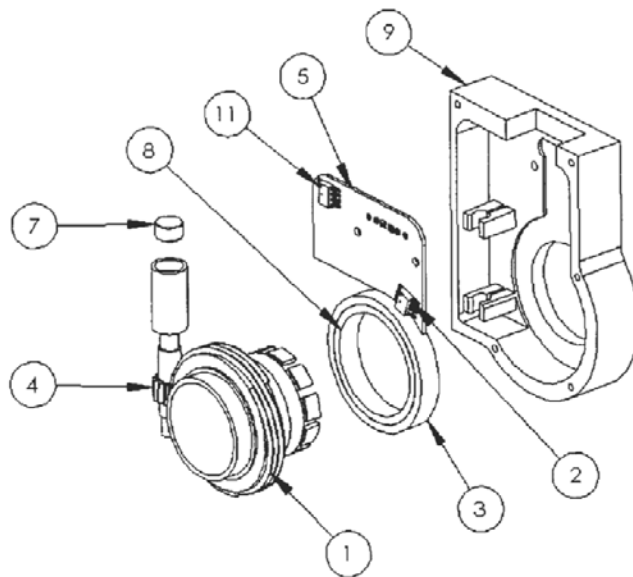


Figura 14

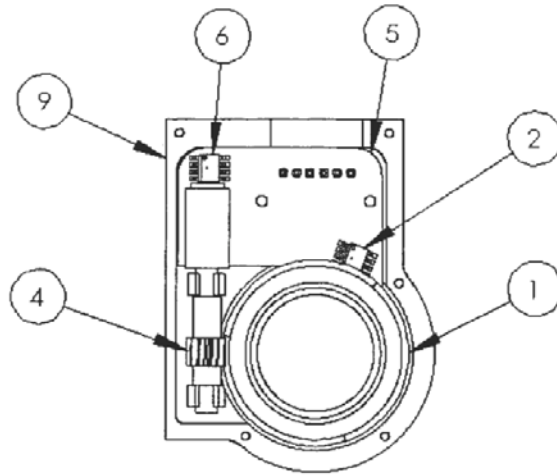


Figura 15

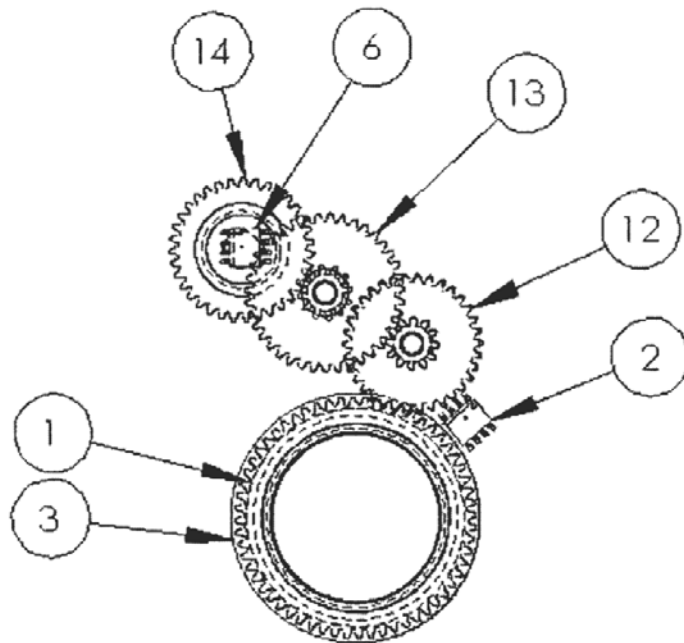


Figura 16

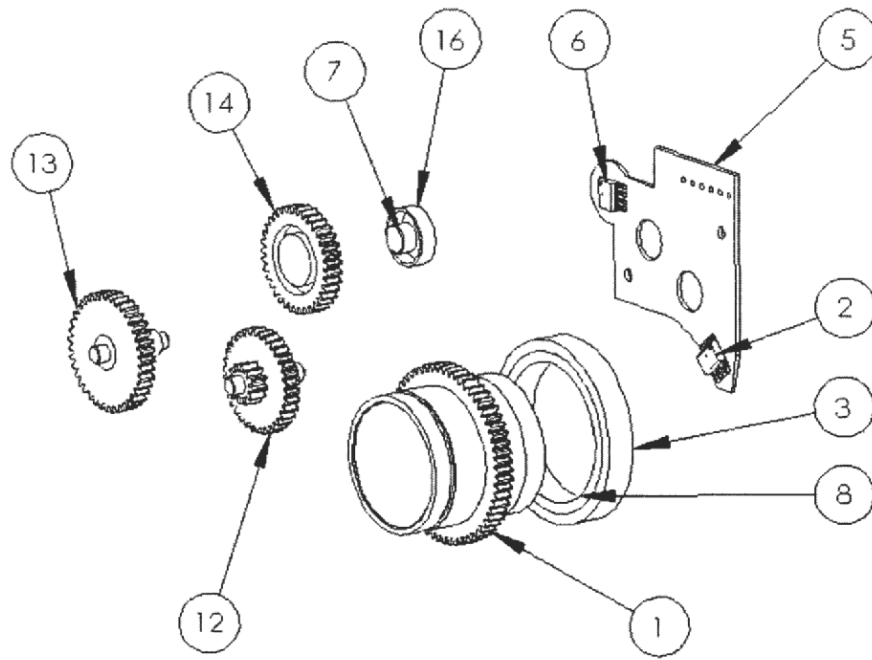


Figura 17

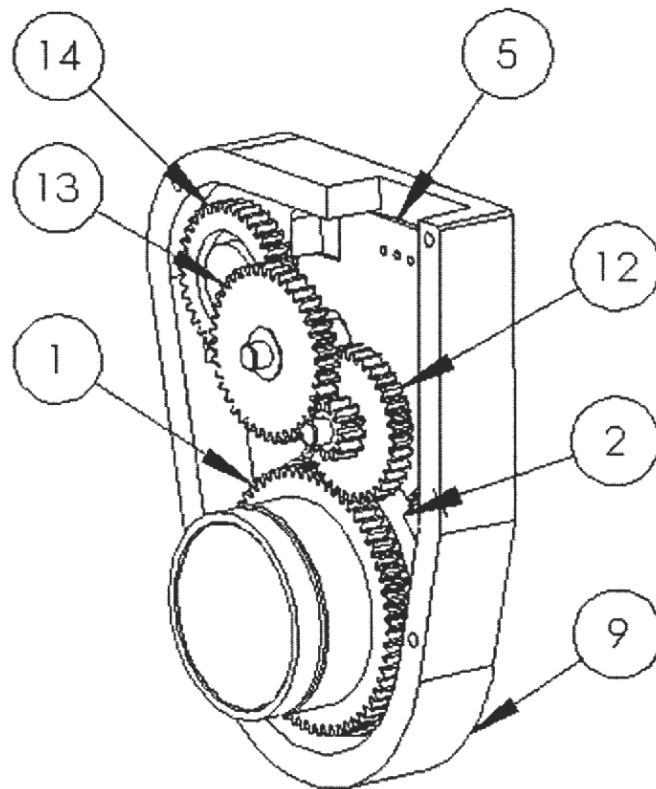


Figura 18

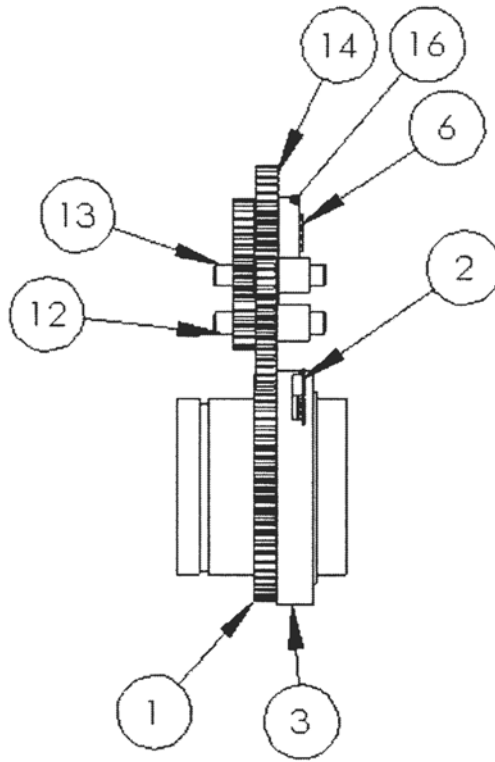


Figura 19

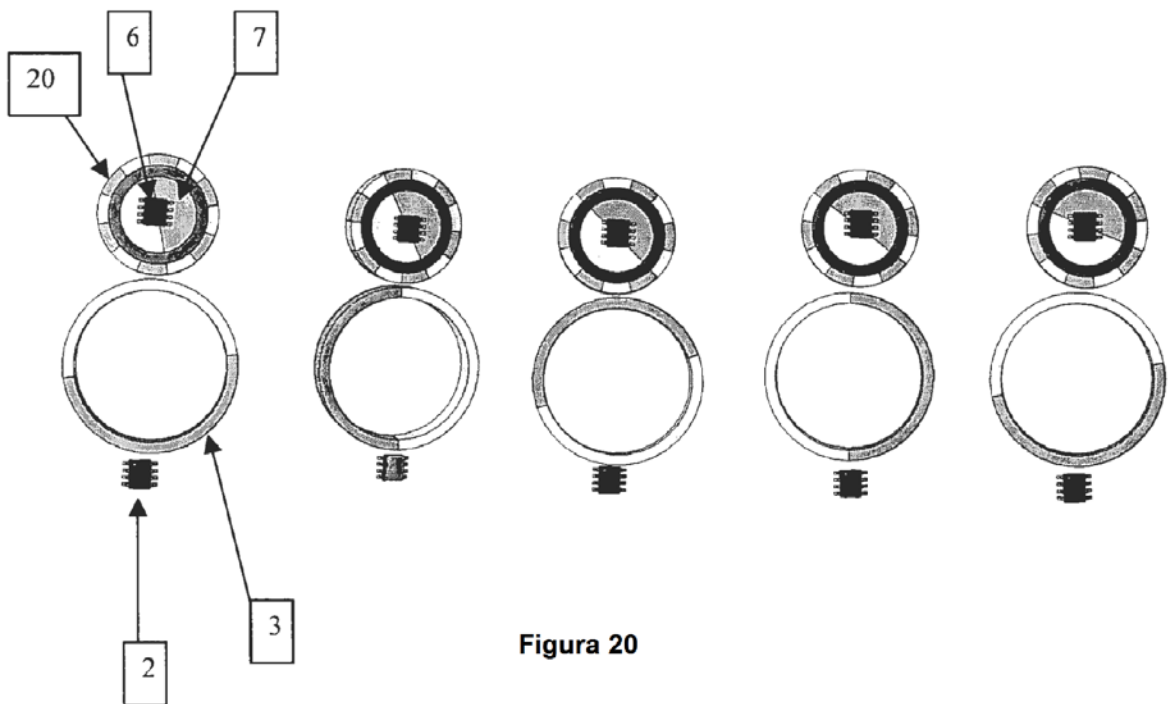


Figura 20

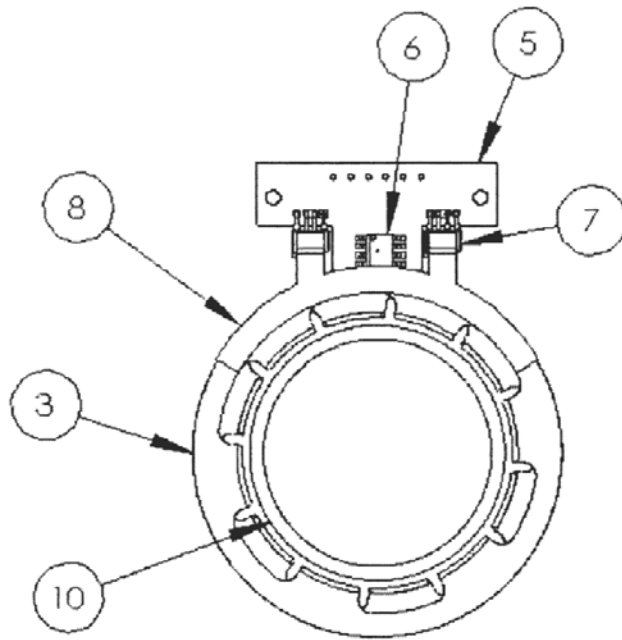


Figura 21

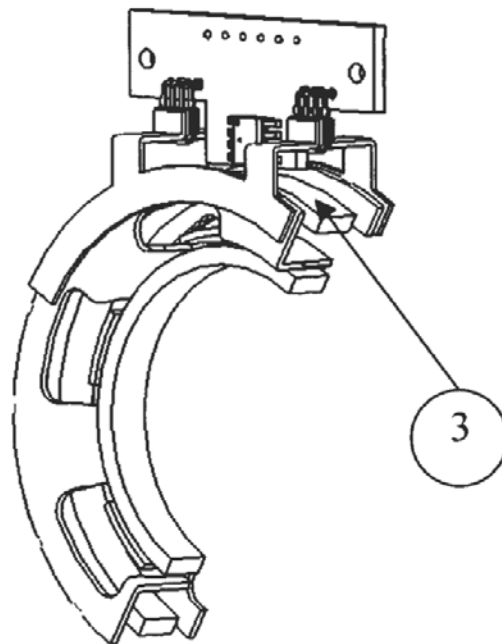


Figura 22

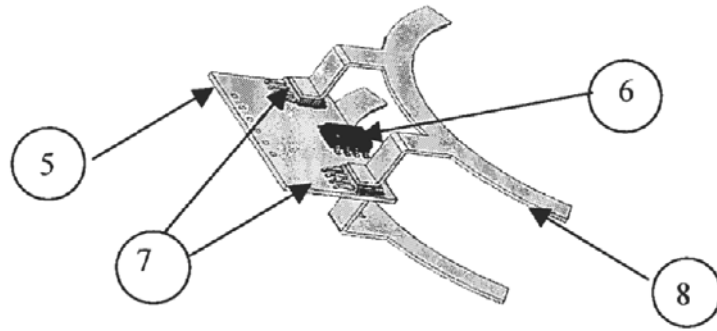


Figura 23

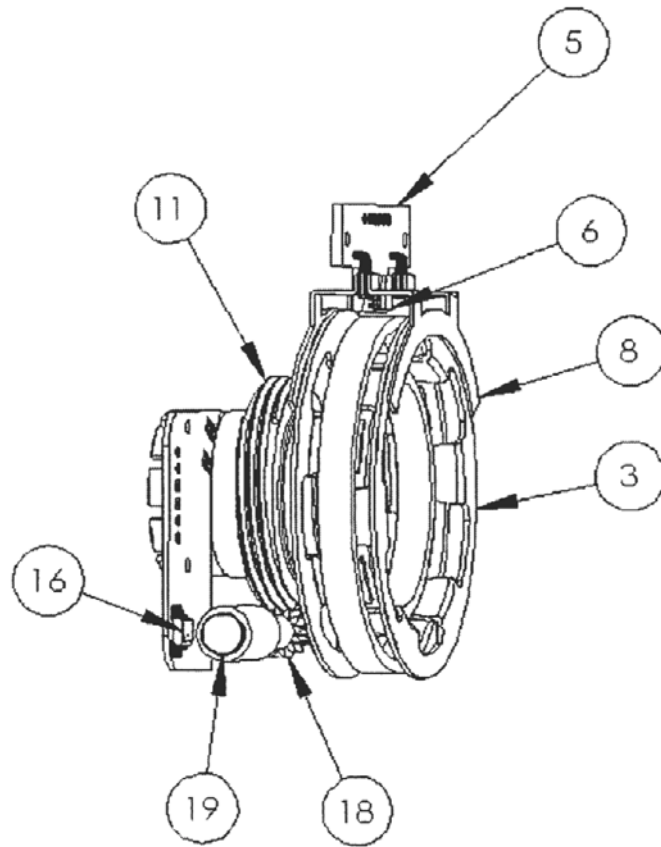


Figura 24

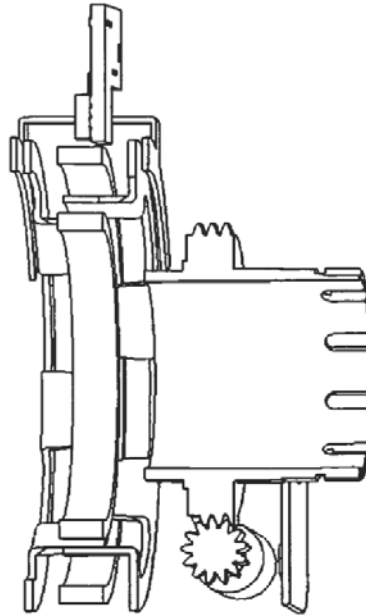


Figura 25

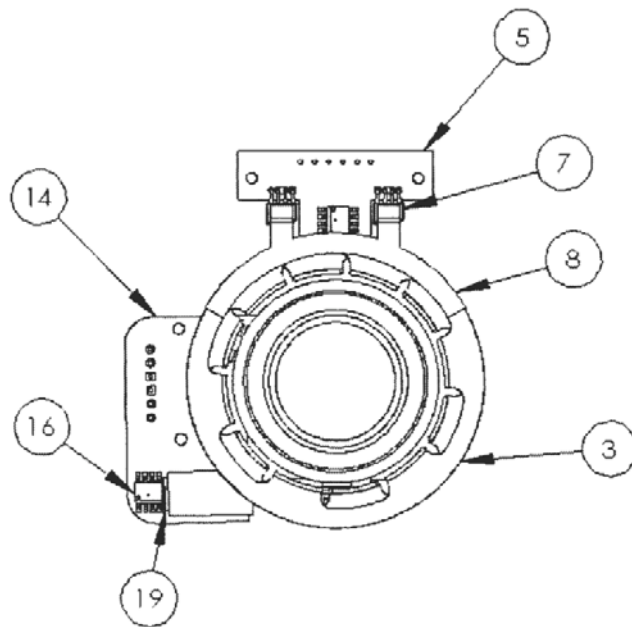


Figura 26