



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 286 778**

51 Int. Cl.:
G01D 5/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05300178 .0**

86 Fecha de presentación : **10.03.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1584899**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.10.2005**

54 Título: **Captador de posición de un accionador de válvula de un motor de combustión interna.**

30 Prioridad: **06.04.2004 FR 04 03617**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2007

73 Titular/es: **Peugeot Citroën Automobiles S.A.**
Chemin de Gizey
78140 Vélizy Villacoublay, FR

72 Inventor/es: **Baldi, Christophe y**
Lalu, Daniel

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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 de un accionador de válvula de un motor de combustión interna.

5 La presente invención se refiere a un sensor de posición de un accionador de válvula para un motor de combustión interna, en concreto, de vehículo automóvil.

En los vehículos automóviles, está previsto que las válvulas puedan ponerse en marcha a través de un accionador de tipo electromagnético o electromecánico.

10 Un accionador electromagnético o electromecánico de válvula suele constar de una armadura móvil, denominada plataforma o paleta, y dos electroimanes fijos.

Dicha estructura se ilustra esquemáticamente en la figura 1.

15 La armadura móvil P se desplaza linealmente entre los dos electroimanes, que se denominarán arbitrariamente superior EA_H e inferior EA_B , y acciona el desplazamiento del vástago T o cola de la válvula S en combinación con dos muelles R_H y R_B .

20 Los dos electroimanes, EA_H y EA_B , permiten mantener la posición superior e inferior de la armadura móvil P (la válvula S en posición cerrada y abierta, respectivamente). También permiten suministrar la energía necesaria para vencer las frotaciones con el fin de que los muelles R_B y R_H puedan desplazar la armadura P . Cuando la armadura P se desplaza hacia la posición superior, el extremo de un vástago T_1 unido a la armadura se aleja del extremo del vástago T y el muelle R_B arrastra al vástago T hacia la parte superior para colocar la válvula en posición cerrada. Para colocar
25 la válvula en posición abierta, la armadura P se desplaza hacia la parte inferior gracias a la atracción del electroimán EA_B y a la acción del muelle R_H y en contra del muelle R_B , el vástago T_1 vuelve a empujar al vástago T .

Los movimientos de vaivén de la válvula quedan simbolizados en la figura 1 mediante la doble flecha f .

30 Esta estructura hace que los accionadores de válvulas sean ruidosos por naturaleza, a causa de los repetidos golpes de la armadura móvil P contra los electroimanes EA_H y EA_B , los golpes del extremo del vástago T_1 contra el extremo del vástago T , así como los golpes de la válvula contra su asiento.

35 Se sabe que un buen dominio del nivel acústico necesita recurrir a un sistema de servocontrol, llamado de bucle cerrado, que utiliza una información de posición de la plataforma P . Para ello, es necesario emplear un sensor de posición lineal de la plataforma P .

40 En el ámbito preferido de aplicación de la invención, es decir, el de los motores de combustión interna cuyas válvulas están asociadas a accionadores de tipo electromagnético o electromecánico, hay que respetar cierto número de limitaciones o exigencias para la realización de un sensor lineal, en particular:

- la exigencia del control del nivel acústico implica conocer la posición de la plataforma con una gran precisión, típicamente una resolución del orden de $10\text{ }\mu\text{m}$;

45 - el intervalo de funcionamiento en relación con la temperatura es amplio, por ejemplo, comprendido entre -50°C y $+150^\circ\text{C}$; y

- la extensión de la medida se refiere a un desplazamiento relativamente reducido, típicamente 8 mm, o sea, de +4 mm a -4 mm.

50 El entorno en el que el sensor está destinado a funcionar es muy difícil. Las principales limitaciones que pueden influir en las propiedades y las características del sensor son las siguientes:

55 - gradientes de temperatura importantes que pueden provocar derivas térmicas de la señal de salida del sensor, juegos mecánicos aleatorios en el sistema, una dilatación de los materiales;

- exposición a campos electromagnéticos exteriores que puedan falsear los valores de la señal de salida del sensor;

60 - exposición a un entorno fisicoquímico agresivo: presencia de humedad, de hidrocarburos, fuerte índice de atascamiento, etc.

Por último, existe una limitación adicional importante que debe respetar el sensor: debe ser de dimensiones reducidas, ya que debe poder integrarse en un volumen reducido disponible en el accionador de válvula.

65 De forma práctica, un sensor está formado por dos componentes principales: un transductor que genera una señal eléctrica y un circuito, denominado acondicionador de esta señal eléctrica.

ES 2 286 778 T3

El transductor incluye, al menos, un elemento sensible que permite la detección del movimiento de la válvula *S* o de una pieza que está sujeta a ésta, por ejemplo, la plataforma *P*, y la conversión de la magnitud mecánica asociada en una magnitud eléctrica: una señal eléctrica de salida.

5 El acondicionador realiza la puesta en forma y el tratamiento electrónico de la señal de salida generada por el transductor, de forma que los circuitos anteriormente mencionados de servocontrol en bucle cerrado puedan utilizarlo más.

Siempre de manera práctica, sólo los sensores que empleen tecnologías sin contacto deben considerarse realistas, 10 en vista de las limitaciones explicadas anteriormente. Los sensores sin contacto también se ven beneficiados en la industria automovilística por su fiabilidad.

Teóricamente, cabría la posibilidad de recurrir a diversas tecnologías conocidas, como los sensores de efecto Hall, los sensores capacitivos, los sensores inductivos (por ejemplo, de núcleo de electroimán) o los sensores ópticos. 15

Sin embargo, estas tecnologías no están desprovistas de inconvenientes. Así, con los sensores de efecto Hall, los sensores capacitivos o los sensores inductivos, el transductor y el acondicionador deben estar unidos. En efecto, estos sensores funcionan con corrientes reducidas. Si el transductor y el acondicionador están alejados uno de otro, existe el riesgo de obtener una relación de señal con ruido demasiado importante y, en consecuencia, de perder la señal útil. 20

En relación con estos tipos de sensores, de ello se deriva que el acondicionador deba estar colocado, junto con el transductor, en el entorno térmico y fisicoquímico agresivo previamente mencionado, lo que no es conveniente para un accionador de válvula.

25 También se sabe comúnmente que los sensores ópticos que emplean la tecnología óptica tampoco pueden seleccionarse, debido a una exigencia de resistencia al atascamiento incompatible con la aplicación prevista.

La invención prevé solucionar los inconvenientes de los dispositivos del arte conocido y responder a las necesidades y las exigencias presentes en las aplicaciones propias de la invención, algunas de las cuales acaban de recordarse. 30

La invención se refiere a un sensor de posición de un accionador de válvula para un motor de combustión interna, en concreto, de vehículo automóvil, que consta de un transductor y de un acondicionador.

Según una primera característica importante, se recurre a una tecnología que emplea corrientes de Foucault para la realización del transductor del sensor de posición. 35

Se tiene conocimiento de que dichos sensores no tienen contacto mecánico y suministran señales de desplazamiento lineal o angular y de velocidad.

40 Según otra característica de la invención, el transductor está asociado a un órgano que se denominará en adelante un blanco. Este blanco está sujeto a un órgano móvil sujeto a un válvula de la que se desea adquirir la posición instantánea, ventajosamente la plataforma previamente citada o el vástago asociado a esta plataforma. La posición de este órgano se mide en relación con la posición del sensor propiamente dicho. El blanco es de metal conductor de electricidad.

45 Se ha constatado que dicho sensor de corriente de Foucault permite satisfacer las rigurosas tensiones del entorno de un motor de combustión interna.

En un modo de realización preferido, el transductor presenta una estructura diferencial. El modo de funcionamiento diferencial del transductor presenta la ventaja de poder independizarse de las señales parásitas que se eliminan mutuamente en gran parte, como se explica a continuación. 50

El transductor emplea devanados que forman bobinas, de acoplamiento electromagnético.

55 Siempre en un modo de realización preferido, estos devanados se realizan en forma de bobinas planas impresas o grabadas en circuitos flexibles, preferiblemente en carretes de polimida, por ejemplo, a base de Kapton® (marca registrada por la sociedad Dupont).

60 El Kapton® es un material muy resistente que puede utilizarse a temperaturas muy elevadas, típicamente del orden de 220°C, lo que lo hace compatible con las aplicaciones propias de la invención.

Esta disposición presenta numerosas ventajas:

- este material aporta una protección térmica de las bobinas;
 - este material forma una protección contra el entorno fisicoquímico agresivo en el que se sumergen las bobinas del transductor; y
- 65

ES 2 286 778 T3

- la flexibilidad del circuito flexible permite introducir un transductor de pequeño tamaño en el entorno reducido disponible de los accionadores electromagnéticos.

En un modo de realización preferido de la invención, el acondicionador emplea una tecnología de detección sincrónica.

En una variante aún más preferida, permitida concretamente por la detección sincrónica, el acondicionador se desvía en relación con el transductor, lo que permite realizar una telemedida.

Esta característica ofrece numerosas ventajas y, en concreto, permite independizarse de entornos térmicos y fisicoquímicos agresivos. En efecto, el acondicionador puede situarse en un lugar protegido de gradientes térmicos importantes y de las agresiones fisicoquímicas.

Además, al desviar el acondicionamiento de señales generadas por los transductores, es posible emplear un solo acondicionador (por ejemplo, realizado a base de un circuito integrado único del tipo denominado "Application Specific Integrated Circuit" o "ASIC", según la terminología anglosajona, para "Circuitos Integrados Especializados") para tratar la totalidad de las señales eléctricas de salida procedentes del conjunto de válvulas. De ello resulta que la realización del sistema de acondicionamiento sólo implicará un coste relativamente poco elevado y una simplificación del diseño, en comparación con una realización en que se prevé un acondicionador por válvula.

Así, la invención tiene por objeto principal un sensor de la posición de un primer órgano sujeto a un accionador de válvula electromagnética o electromecánica destinado a un motor de combustión interna; este órgano está animado por un movimiento de traslación alternativo, según una dirección determinada, en sincronismo con el movimiento de la plataforma del accionador, caracterizado porque consta de un segundo órgano, denominado blanco, de material conductor de la electricidad, sujeto al primer órgano, de manera que siga los movimientos de traslaciones alternativos, un transductor que incluye un primer devanado, denominado primario, alimentado con una corriente alternativa de frecuencia determinada y un segundo y tercer devanado, conectados según una configuración "serie-oposición" mediante un primer extremo común, de forma que el devanado primario induce corrientes de Foucault en el blanco y está acoplado electromagnéticamente al segundo y tercer devanado; además, estos devanados están acoplados electromagnéticamente, de forma que los devanados se encuentran sobre un soporte fijo, simétricamente, en relación con un eje relacionado con este soporte, de manera que se cree, por inducción electromagnética, entre los segundos extremos del segundo y tercer devanado, una tensión, denominada de salida, generada por el transductor, proporcional a la diferencia de tensiones inducidas por las corrientes de Foucault en el segundo y tercer devanado, respectivamente, y dado que consta de un circuito, denominado acondicionador, que recibe, en una primera vía de entrada, la tensión de salida y, en una segunda vía de entrada, una señal eléctrica alternativa, denominada de referencia, de frecuencia idéntica a la frecuencia determinada, el circuito acondicionador consta de un circuito de desmodulación sincrónica, de manera que genere a la salida una señal eléctrica representativa de la posición instantánea del blanco a lo largo de la dirección determinada.

Preferentemente, los devanados están dispuestos simétricamente en relación con un eje unido al soporte.

En una realización, el accionador de válvula incluye una plataforma dispuesta entre dos electroimanes, denominados superior e inferior, la plataforma está unida a un vástago de arrastre de una válvula, el primer órgano al que está sujeto el blanco está constituido por la plataforma o por el vástago de arrastre.

En variante, la válvula está prolongada por un órgano denominado cola de válvula, el blanco está unido a esta cola de válvula, formando ésta el primer órgano y comunicándole el movimiento de traslación alternativo.

Según un modo de realización, la frecuencia determinada está en la gama de radiofrecuencias, por ejemplo, igual a 200 kHz aproximadamente.

El blanco es, por ejemplo, un vástago metálico que incluye, al menos, un diente dispuesto de acuerdo con la dirección determinada. En este caso, el material conductor de la electricidad del blanco es, por ejemplo, de aluminio.

Según una realización, el primer al tercer devanado están constituidos por bobinas planas, grabadas o impresas sobre un soporte flexible. En este caso, el soporte flexible es, por ejemplo, de polimida. El devanado primario puede incluir varias espiras bobinadas alrededor de los devanados secundarios conectados en "serie-oposición".

El circuito de desmodulación sincrónica del circuito acondicionador puede incluir un bucle de bloqueo de fase.

En un modo de realización, el accionador que incluye un armazón, el transductor y el blanco están dispuestos en una abertura de este armazón, cerrada con un tapón de ajuste de la rigidez de un muelle y del posicionamiento del sensor en relación con el blanco; el transductor está dispuesto coaxialmente en el blanco en el interior de un tubo que forma una pared externa. En este caso, el tubo es, preferentemente, de un material que ofrece protección contra los campos electromagnéticos, por ejemplo, de aluminio. El transductor puede incluir una pared interna de material aislante eléctrico, por ejemplo, de materia plástica.

Según una realización, el acondicionador está a una distancia del transductor y del blanco y recibe la tensión de salida generada por el transductor por medio de cables de conexión, de manera que se realice un sistema de telemedida. En este caso, si el motor consta de varias válvulas y varios accionadores de válvulas, y si cada una de las válvulas está asociada a un transductor, preferentemente, los circuitos acondicionadores que reciben las tensiones de salidas generadas por los transductores se agrupan en un circuito integrado único, por ejemplo, de tipo ASIC.

A continuación se describirá la invención, con más detalle, y aparecerán otras ventajas y características al hacer referencia a los dibujos anexos, entre los cuales:

- en la figura 1 se ilustra esquemáticamente un ejemplo de realización de un accionador electromagnético para válvula motor de combustión interna, según el arte conocido;

- en la figura 2A se ilustra esquemáticamente un transductor de posición de corriente de Foucault unido a un blanco según un modo de realización preferido de la invención;

- en la figura 2B se ilustran esquemáticamente bobinados primarios y secundarios del transductor de la figura 2A;

- en la figura 2C se ilustra la disposición de los bobinados primario y secundario del transductor de la figura 2A;

- en la figura 2D se representa la curva de tensión de salida del transductor en función del desplazamiento del blanco de acuerdo con un eje;

- en la figura 3 se ilustra esquemáticamente un circuito acondicionador de la tensión de salida del transductor que emplea un detector sincrónico;

- en la figura 4 se ilustra esquemáticamente el detector sincrónico del circuito de la figura 3;

- en las figuras 5A y 5B se ilustran esquemáticamente dos configuraciones de sensores de posición de corrientes de Foucault según la invención;

- en la figura 6 se ilustra esquemáticamente un ejemplo de realización práctica de un sensor de posición de corrientes de Foucault según la invención;

- en las figuras 7A a 7L se ilustran esquemáticamente ejemplos de configuraciones de bobinados de transductor en circuitos flexibles.

A continuación, sin limitarse a cuál sea el alcance, nos situaremos en el marco de la aplicación preferente de la invención, salvo mención contraria, es decir, en el caso de un sensor de posición para un accionador electromagnético para válvula de motor de combustión interna.

Dicho sensor y las variantes de realización se describirán por referencias a las figuras 2 a 7L. El accionador electromagnético puede ser idéntico o por lo menos completamente similar, en cuanto a su configuración general, al que se describe en la figura 1. El sensor de posición según la invención, y esto constituye una ventaja adicional, no precisa modificación de esta configuración general, solamente modificaciones menores que se detallarán a continuación.

En las figuras 1 a 7L, los elementos idénticos llevan las mismas referencias y no se volverán a describir, salvo en caso necesario.

Como se ha indicado anteriormente, según una de las características importantes de la invención, el sensor utiliza las corrientes de Foucault. Consta de tres componentes principales: un transductor, un blanco y un acondicionador.

En la figura 2A se ilustra de forma esquemática la configuración de los dos primeros componentes, el transductor, con la referencia general 1, y el blanco, con la referencia general 2, y la forma en que están asociados.

En la figura 2A se representa un triedro de ejes de referencias ortonormales ZYX.

El transductor 1 está constituido principalmente por un devanado, denominado primario, 13, y por dos devanados, denominados secundarios, 11 y 12, que forman bobinas electromagnéticas y dispuestas en la pared superior 100 de un soporte 10. Las bobinas secundarias, 11 y 12, están dispuestas simétricamente a un lado y al otro del eje central Δ en el soporte 10. La pared 100 es sustancialmente plana. El eje Δ es paralelo al eje de la referencia Z y ortogonal a la pared 100, debido a lo cual esta última es paralela al plano XY.

El transductor 1 se parece a un transformador diferencial constituido por un circuito primario, la bobina 13, y dos circuitos secundarios, las bobinas 11 y 12, que son idénticas.

En un modo de realización preferente, el circuito primario 13 y los dos circuitos secundarios, 11 y 12, están constituidos por bobinas electromagnéticas planas, formadas por espiras impresas o grabadas en la superficie de un circuito impreso constituido por el soporte 10.

ES 2 286 778 T3

En la figura 2B se ilustra esquemáticamente una de las bobinas, por ejemplo, la bobina 12. Está caracterizada por varios parámetros:

- el número de espiras N , tres en el ejemplo descrito;
- la anchura de las espiras d , es decir, la anchura de las rayas grabadas o impresas;
- la anchura entre rayas e ; y
- la anchura L de volumen de la bobina.

En la figura 2C se ilustra esquemáticamente la disposición de las bobinas 11 a 13 unas en relación con otras, por un lado, y en relación con el soporte 10 y el eje central de simetría Δ , por el otro.

La simetría del transductor 1 permite liberarse de todas las perturbaciones exteriores que pueden falsear la medida (señales de ruido, defectos de realización mecánica, perturbación electromagnética, etc.).

Las dos bobinas, 11 y 12, están montadas en serie-oposición y están conectadas mediante un borne central 1122, en un punto que se confunde con el eje Δ . Las conexiones centrales de las bobinas resaltan bajo el soporte 10, mediante orificios metalizados, por ejemplo, en forma de dos conexiones, 110 y 120, que acaban en dos terminaciones o bornes, 1100 y 1200, respectivamente.

La bobina primaria 13, que puede también constar de varias espiras, rodea las dos bobinas secundarias, 11 y 12. Dos bornes de entrada, 1300 y 1310, que se prolongan mediante dos conexiones 130 y 131, respectivamente, están conectados a dos extremos de la bobina 13. Como anteriormente, se puede disponer de un orificio metalizado 1301, de forma que se conecte el extremo interno de la bobina 13 al borne de entrada 1300.

El transductor 1 debe ser simétrico. La simetría del transductor 1 es un aspecto primordial, porque permite liberarse de todas las perturbaciones exteriores que pueden falsear la medida (señal de ruido, defectos de realización mecánica, perturbación electromagnética, etc.).

Se hace referencia de nuevo a la figura 2A. El blanco 2 está formado por un vástago metálico conductor de la electricidad que posee uno o varios dientes y , en consecuencia, una o varias muescas, de acuerdo con el eje X (en paralelo al movimiento de traslación alternativo del blanco 2). Para simplificar la descripción, primeramente se supone que sólo incluye un diente 20 (o una sola muesca), como se ilustra en la figura 2A. El blanco 2 es arrastrado por la plataforma P .

Cada diente 20 puede estar asimilado a una lámina metálica cuya anchura es a , en el sentido del desplazamiento del blanco móvil 2 (es decir, en paralelo al eje X). Esta anchura a es igual a la anchura de una bobina secundaria. Los desplazamientos del blanco 2 se simbolizan mediante las flechas f_+ (hacia la derecha, en la figura 2A) y f_- (hacia la izquierda), respectivamente.

Se denomina b a la altura, según el eje Y de la figura 2A, del bobinado secundario en el sentido perpendicular al desplazamiento, $f_+ - f_-$. Ventajosamente, se elige la anchura “ a ”, de acuerdo con el eje X del diente, igual a la anchura de una bobina del secundario según este eje, los dos secundarios son idénticos.

A continuación se describe el funcionamiento del conjunto transductor 1 y blanco 2, cuando este último es arrastrado con un movimiento de traslación alternativo por la plataforma P (figura 1).

Como se muestra concretamente en la figura 2C, la bobina primaria 13 está alimentada, en sus dos bornes de entrada, 1300 y 1301, mediante una fuente de corriente alternativa I_o , ventajosamente sinusoidal, en la gama de las radiofrecuencias. Para mayor claridad, la frecuencia f_o de esta corriente I_o suele ser del orden de 200 kHz. Estas radiofrecuencias inducen corrientes de Foucault en el blanco 2.

En todo momento, la fuerza electromotriz inducida en los bornes de una de las dos bobinas secundarias, por ejemplo 11, se sustrae de la fuerza electromotriz que se desarrolla en los bornes de la otra bobina secundaria, por ejemplo 12, debido al montaje “serie-oposición” anteriormente mencionado.

De forma más precisa, la fuerza electromotriz e_s inducida entre los bornes de salida, 1100 y 1200, de las dos bobinas secundarias, 11 y 12, resulta de las contribuciones siguientes:

- la fuerza electromotriz e_1 inducida por la bobina primaria 13 en la primera bobina secundaria 11;
- la fuerza electromotriz e_{1f} inducida por las corrientes de Foucault presentes en el blanco 2 en la primera bobina secundaria 11;
- la fuerza electromotriz e_2 inducida por la bobina primaria 13 en la segunda bobina secundaria 12; y

ES 2 286 778 T3

- la fuerza electromotriz e_{2f} inducida por las corrientes de Foucault presentes en el blanco 2 en la segunda bobina secundaria 12.

Debido al montaje “serie-oposición” de las dos bobinas secundarias, 11 y 12, se satisface la relación siguiente:

$$e_s = (e_2 - e_{2f}) - (e_1 - e_{1f}) \quad (1)$$

Como las dos bobinas secundarias, 11 y 12, son idénticas y simétricas, la relación:

$$e_1 = e_2 \quad (2)$$

se cumple igualmente.

Al combinar las relaciones (1) y (2), se obtiene finalmente la relación siguiente:

$$e_s = e_{1f} - e_{2f} \quad (3)$$

Del examen de la relación (3), resulta que la tensión que se desarrolla entre los bornes 1100 y 1200 de las bobinas secundarias, 11 y 12, montadas en “serie-oposición”, sólo depende de la diferencia de las tensiones inducidas por las corrientes de Foucault generadas en el blanco 1.

El valor de la tensión e_s depende esencialmente de los parámetros siguientes:

- la distancia h (figura 2A) entre el blanco 2 y el transductor 1 y el desplazamiento del blanco por encima del transductor;

- la naturaleza del metal conductor que constituye el blanco 2; y

- la forma del blanco 2 y la frecuencia de excitación f_o de la corriente inyectada I_o en la bobina primaria 13.

La distancia h es constante en el modo de realización del sensor según la invención, el blanco 2 está animado por un movimiento de traslación definitivo, f_+ y f_- , entre dos posiciones extremas (de las que no hay una referencia expresa).

El metal conductor que forma el blanco 2 puede ser ferromagnético o no. Sin embargo, en la práctica, los blancos ferromagnéticos presentan problemas porque generan una histéresis magnética que tiene tendencia a degradar la precisión de la medida.

No se aconseja el uso del acero inoxidable para las aplicaciones previstas por la invención, porque, por encima de una temperatura de 150°C, aparecen en el acero inoxidable remanencias magnéticas que pueden perturbar la medida (introduciendo una histéresis).

De forma preferente, pero no exclusiva, se utilizará aluminio.

La tensión e_s en los bornes de las bobinas secundarias, 11 y 12, se debe a las superficies diferentes de recubrimiento de estas bobinas secundarias por el blanco 2. Cuando el blanco 2 recubre toda la superficie de una de las dos bobinas secundarias, 11 ó 12, la señal de salida e_s es máxima. La señal de salida e_s es nula en el caso en que el blanco 2 recubre exactamente la misma superficie de las dos bobinas secundarias, 11 y 12, es decir, cuando el eje de simetría (no representado) del blanco 2 coincida con el eje de simetría Δ de estas bobinas secundarias, 11 y 12.

Las relaciones siguientes se cumplen, al menos con una buena aproximación:

$$e_{1f} = k(a + x) \quad (4)$$

$$e_{2f} = K(a - x) \quad (5)$$

donde k constante de proporcionalidad, a la anchura previamente mencionada de la lámina metálica que forma el diente 20 y x una diferencia paralela al eje X , en relación con el eje Δ , del blanco 2.

Al combinar las relaciones (4) y (5), y teniendo en cuenta la relación (3), se obtiene finalmente:

$$e_s = 2kx \quad (6)$$

ES 2 286 778 T3

La tensión de salida se representa de forma más general mediante la curva de la figura 2D; e_s en función de la abscisa X . Pasa por dos máximas, $+e_{\max}$ y $-e_{\max}$, positivo y negativo, respectivamente, para las abscisas $+X_{\max}$ y $-X_{\max}$, en relación con el eje Δ . La tensión e_s se anula para el caso anteriormente señalado. En la práctica, sólo se utiliza la zona central lineal de la curva, entre $+x_{\max}$ y $-x_{\max}$. Corresponde a la aproximación señalada, la relación (6) se satisface así y la tensión e_s es una función lineal del desplazamiento del blanco 2 según el eje X y su posición instantánea.

Está claro que también es posible disponer varias estructuras diferenciales del tipo que acaba de describirse en serie para aumentar el intervalo de medida.

A continuación se describe, en referencia a la figura 3, el tercer componente del sensor, que llevará en adelante la referencia 6 (simbolizado por un cuadro con rayas punteadas), a saber el acondicionador 3, y se describe su funcionamiento.

En la figura 3, se representan de forma muy esquemática los tres componentes principales del sensor 6 y sus interconexiones: el transductor 1, el blanco 2 y el acondicionador 3.

El blanco 2, como se ha indicado anteriormente, está relacionado mecánicamente con la plataforma P o con la válvula S (simbolizada mediante un sencillo cuadro con rayas punteadas) y sigue su movimiento de traslación alternativo.

El acondicionador 3 recibe en los bornes de entrada, con la referencia global e_c , las señales de salidas e_s generadas por el transductor 1 (bornes de salidas 1100 y 1200), por los cables de conexión 4. Tal y como se ilustra en la figura 3, puede constar de circuitos internos (no representados) que generan la corriente I_o , de radiofrecuencia f_o . Evidentemente, esta corriente puede generarse mediante circuitos externos, pero, en cualquier caso, debe transmitirse a los circuitos del acondicionador 3, como se precisa más adelante. En el ejemplo descrito, existen unos segundos cables de conexión 5 que vehiculan la corriente I_o hacia los bornes de entradas 1300 y 1310 del transductor 1.

La señal V_s generada en los bornes de salida, 30 y 31, del acondicionador 3, se obtiene por desmodulación sincrónica de la señal e_s con ayuda de una señal de referencia en la frecuencia f_o .

El especialista conoce la detección sincrónica en sí misma, es inútil describirla con detalle. La desmodulación sincrónica permite detectar señales de muy débil amplitud, con ayuda de amplificadores, de circuito, conocidos con el nombre anglosajón de "Phase Locked Loop" o "PPL" (para "Bucle de Bloqueo de Fase") y de filtros. Estas señales no pueden detectarse en la práctica con aparatos de medida clásicos.

De forma preferente, como se sugiere en la figura 3, el acondicionador 3 está dispuesto a distancia del conjunto "transductor 1 - blanco 2".

En la figura 4, se ilustra muy esquemáticamente un circuito de detección sincrónica, con la referencia 33. Incluye dos vías de entrada, una señal de referencia V_{ref} y la señal que hay que medir de muy débil amplitud, es decir e_s , ambas caracterizadas por una frecuencia idéntica f_o .

La señal de referencia V_{ref} posee una amplitud suficiente para detectarse de forma clásica. Permite al circuito de detección sincrónica 33 centrar la detección en la frecuencia f_o . Desde ese momento, la señal e_s , *a priori* cubierta por el ruido, se filtra a la entrada y a la salida en la frecuencia f_o , mediante filtros (no representados) de selectividad apropiada, acompañados por un circuito de tipo "PLL" previamente mencionado. La constante de tiempo, que se denominará T_c , de los filtros de salida permite reducir la banda de paso del circuito "PLL", de manera que se sitúe en f_o de forma más precisa. El ruido que mancha la señal e_s puede entonces eliminarse casi por completo.

En una realización, la detección sincrónica incluye cuatro bornes de salida (no mostrados con detalle) que suministran, respectivamente, el componente real de la señal V_s de salida, el componente imaginario de esta señal, su módulo y su fase.

Las disposiciones propias de la invención, que emplean una desmodulación sincrónica y la simetría de los devanados del sensor de corrientes de Foucault, permiten responder a las características y a las tensiones de funcionamiento indicadas en el preámbulo de la presente descripción.

A continuación se describen, en referencia a las figuras 5A y 5B, configuraciones prácticas de sensores de posición según la invención, en particular, en lo que se refiere a la integración del blanco 2 en un accionador de válvula, electromagnético o electromecánico.

En efecto, existen dos configuraciones principales posibles:

- Figura 5A: montaje del blanco 2 entre los dos electroimanes, superior EA_H e inferior EA_B , del accionador; y
- Figura 5B: montaje del blanco 2 en el extremo del vástago T_1 del accionador.

En las dos configuraciones, el accionador propiamente dicho es idéntico o, al menos, es totalmente parecido al accionador escrito respecto a la figura 1. Consultar esta figura y la descripción que se ha hecho de ella.

ES 2 286 778 T3

En la configuración de la figura 5A, el blanco 2 es arrastrado por la plataforma P , de acuerdo con el movimiento de traslación alternativo de ésta (flechas f_+ y f_-), todo ello mediante un órgano mecánico clásico de fijación 7 que lo une a la plataforma P .

5 En la configuración de la figura 5B, el blanco 2 es arrastrado por el vástago T_1 a uno de los extremos al que está sujeto, mediante cualquier medio de fijación apropiado 7' (no representado expresamente). Este vástago T_1 arrastra al blanco 2 de acuerdo con el movimiento de traslación alternativo (flechas f_+ y f_-) de éste.

10 En las dos configuraciones, el transductor 1 está inmóvil en un espacio definido por el triedro ortonormal XYZ (figura 2A). El acondicionador 3 (figura 3) no está representado.

A continuación se describe, en referencia a la figura 6, un ejemplo de realización práctica de integración de un sensor conforme a la invención, en un accionador de válvula, electromagnético o electromecánico.

15 La configuración de la figura 6 corresponde a la de la figura 5B, en lo que atañe al posicionamiento del blanco 2.

El sensor 6 tiene una configuración de revolución circular en el interior del muelle R_H , centrada en el eje Δ_s del vástago T_1 que la prolonga.

20 El blanco 2 está sujeto al vástago T_1 por los medios de fijación mecánicos clásicos 7' citados anteriormente. Este blanco incluye varios dientes 21.

25 El transductor 1 está comprendido entre una pared tubular externa 8, ventajosamente de aluminio, y una pared tubular interna 9, de material aislante eléctrico, por ejemplo, de material plástico.

El conjunto está unido al armazón M del accionador y está cerrado con un tapón Bt de ajuste de la rigidez del muelle (RH) y del posicionamiento del sensor en relación con el blanco. Este tapón incluye una abertura central superior OBt .

30 Los demás órganos del sensor 6: acondicionador 3, etc. no están representados. Como se ha indicado anteriormente, el acondicionador 3 está dispuesto preferentemente alejado del conjunto.

Estas disposiciones presentan varias ventajas.

35 El tubo externo 8 de material conductor de electricidad contribuye a proteger al transductor 1 contra las influencias de los campos magnéticos exteriores al sensor 6, que varían con el movimiento de los muelles, R_B y R_H (figura 1). Este tubo externo 8 proporciona una buena protección electromagnética.

40 Dado que el transductor 1 está enrollado alrededor de un material aislante 9 que rodea el blanco 2, las influencias parásitas debidas a eventuales disimetrías entre el blanco 2 y el transductor 1 se minimizan. Además, el material aislante 9 participa en la protección del transductor 1 contra el entorno agresivo en el que está inmerso.

45 Como se ha indicado, en un modo de realización preferido, los circuitos primario 13 (ver figura 2C) y secundarios, 11 y 13, del transductor 1 son bobinas planas impresas o grabadas en circuitos flexibles, ventajosamente carretes de polimida, por ejemplo a base de Kapton® (marca registrada por la sociedad DuPont).

El Kapton® es un material muy resistente y puede utilizarse a temperaturas muy elevadas, del orden de 220°C, lo que lo hace totalmente compatible con las aplicaciones previstas por la invención. Presenta, además, las ventajas siguientes:

- 50 - aporta una protección térmica de los circuitos primarios y secundarios del transductor;
- consigue una protección de estos circuitos contra el entorno fisicoquímico agresivo en el que están inmersos.
- 55 - la flexibilidad del circuito flexible de Kapton® permite insertar un transductor de pequeño tamaño en el entorno reducido disponible de los accionadores electromagnéticos.

El dibujo de los circuitos primario y secundario es susceptible de tomar diferentes configuraciones.

60 Para mayor claridad, a modo de ilustración no exhaustiva, las figuras 7A a 7L representan esquemáticamente diversas configuraciones posibles de circuitos primario, 13, y secundarios, 11 y 12, que responden a las exigencias planteadas para un transductor 1 según la invención; i es un índice que toma los valores a a I para las figuras 7A a 7L respectivamente.

65 En todas las configuraciones, los circuitos secundarios, 11 y 12, están montados en "serie-oposición" y estas configuraciones presentan una perfecta simetría en relación con un eje central Δ (ver figura 2C).

El soporte 10 puede ser idéntico de una configuración a otra. Por ello, no está asociado a un índice particular i .

ES 2 286 778 T3

En la lectura anterior, se constata cómodamente que la invención alcanza correctamente los objetivos perseguidos.

El sensor, según la invención, emplea corrientes de Foucault y está asociado a una desmodulación sincrónica, presenta numerosas ventajas que ya se han enumerado y que es inútil recordar. En concreto, permite una telemedida.

5

No obstante, debe quedar claro que la invención no se limita a los únicos ejemplos de realizaciones explícitamente descritos, en particular, en relación con las figuras 2A a 7L.

10

Asimismo, la selección de materiales particulares y los valores numéricos enunciados proceden de una selección tecnológica, al alcance del especialista, y éstos no se han precisado salvo para describir de mejor manera las características técnicas del dispositivo según la invención.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sensor de la posición de un primer órgano sujeto a un accionador de válvula, electromagnético o electromecánico, destinado a un motor de combustión interna; este órgano está animado por un movimiento de traslación alternativo según una dirección determinada (X), en sincronismo con el de la válvula, **caracterizado** porque consta de:

un segundo órgano, denominado blanco (2), de material conductor de la electricidad, sujeto a un primer órgano (P), de manera que siga los movimientos de traslaciones alternativos.

un transductor (1) que consta de:

un primer devanado (13), denominado primario, alimentado por una corriente alternativa (I_o) de frecuencia determinada.

un segundo y tercer devanado (11, 12) conectados según una configuración de “serie-oposición” mediante un primer extremo común (1122), y acoplados electromagnéticamente entre sí, el devanado primario (13) induce corrientes de Foucault en el blanco (2) y está acoplado electromagnéticamente al segundo y tercer devanado (11 y 12).

un soporte fijo (10) para el primero al tercero devanado (11, 12, 13); estos devanados están dispuestos de manera que se desarrolle, por inducción electromagnética, entre los segundos extremos (1100, 1200) del segundo y tercer devanado (11, 12), una tensión de salida (e_s) generada por el transductor (1), proporcional a la diferencia entre las tensiones inducidas por las corrientes de Foucault en el segundo y tercer devanado (11, 12) respectivamente, y

un circuito (3), denominado acondicionador, que recibe, en una primera vía de entrada, la tensión de salida (e_s) y, en una segunda vía de entrada, una señal eléctrica alternativa (V_{ref}) de referencia, de frecuencia idéntica a la frecuencia determinada; el circuito acondicionador (3) consta de un circuito de desmodulación sincrónica, de manera que se genere en la salida una señal eléctrica (V_s) representativa de la posición instantánea del blanco (2) a lo largo de la dirección determinada (X).

2. Sensor según la reivindicación 1 **caracterizado** porque el acondicionador se desvía en relación con el transductor, el acondicionador está preferentemente situado en un lugar protegido de gradientes térmicos importantes y de agresiones fisicoquímicas.

3. Sensor según la reivindicación 1 ó 2 **caracterizado** porque los devanados están dispuestos simétricamente en relación con un eje (A) unido al soporte (10).

4. Sensor según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizado** porque el accionador de válvula consta de una plataforma (P) dispuesta entre dos electroimanes, denominados superior (E_{AH}) e inferior (E_{HB}), la plataforma (P) está unida a un vástago de arrastre (T_1) de una válvula (S), el primer órgano al que está sujeto el blanco está constituido por la plataforma (P) o por el vástago de arrastre.

5. Sensor según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizado** porque la válvula (S) está prolongada por un órgano, denominado cola de válvula, el blanco (2) está unido a esta cola de válvula, formando el primer órgano y comunicándole el movimiento de traslación alternativo.

6. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la frecuencia determinada está en la gama de radiofrecuencias, por ejemplo, igual a 200 kHz aproximadamente.

7. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el blanco (2) es un vástago metálico que incluye, al menos, un diente (21) dispuesto de acuerdo con la dirección determinada (X).

8. Sensor según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el material conductor de la electricidad del blanco (2) es de aluminio.

9. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el primer al tercer devanado (11, 12, 13) están constituidos por bobinas planas, grabadas o impresas sobre un soporte flexible (10).

10. Sensor según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el soporte flexible (10) es de polimida.

11. Sensor según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** porque el devanado primario (13) consta de varias espiras bobinadas alrededor de los devanados secundarios (11, 12) conectados en “serie-oposición”.

12. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el circuito de desmodulación sincrónica (33) del circuito acondicionador (3) consta de un bucle de bloqueo de fase (PPL).

13. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el accionador que incluye un armazón (M), el transductor (1) y el blanco (2) están dispuestos en una abertura de este armazón, cerrado con un

ES 2 286 778 T3

tapón (Bt) de ajuste de la rigidez de un muelle (RH) y de posicionamiento del sensor en relación con el blanco; el transductor (1) está dispuesto coaxialmente al blanco (2) en el interior de un tubo (8) que forma una pared externa.

5 14. Sensor según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el tubo (8) es de un material que ofrece una protección contra los campos electromagnéticos, por ejemplo, de aluminio.

15. Sensor según la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado** porque el transductor (1) incluye una pared interna (9) de material aislante eléctrico, por ejemplo, de materia plástica.

10 16. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el acondicionador (3) está a distancia del transductor (1) y del blanco (2), y recibe la tensión de salida (e_s) generada por el transductor (1) por medio de cables de conexión (4), de manera que se realice un sistema de telemedida.

15 17. Sensor según la reivindicación 16, **caracterizado** porque el motor incluye varias válvulas (S) y accionadores de válvulas; cada una de las válvulas (S) está asociada a un transductor (1), los circuitos acondicionadores (3) reciben las tensiones de salidas (e_s) generadas por los transductores (1) que se agrupan en un circuito integrado único, por ejemplo, de tipo ASIC.

20

25

30

35

40

45

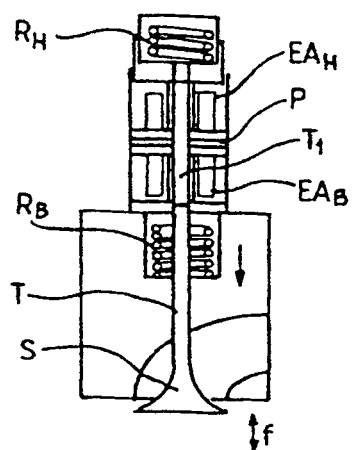
50

55

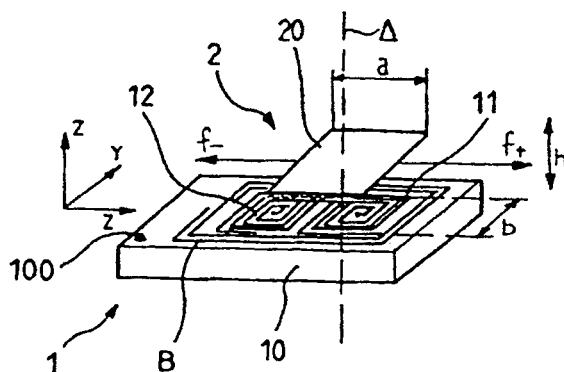
60

65

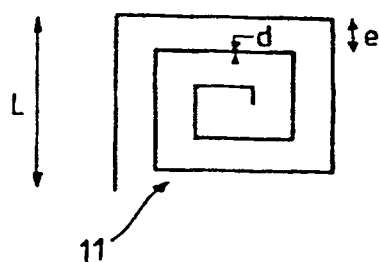
FIG_1



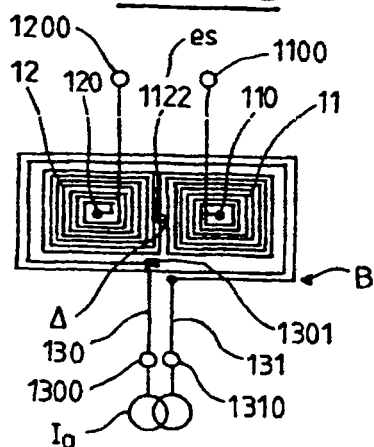
FIG_2A



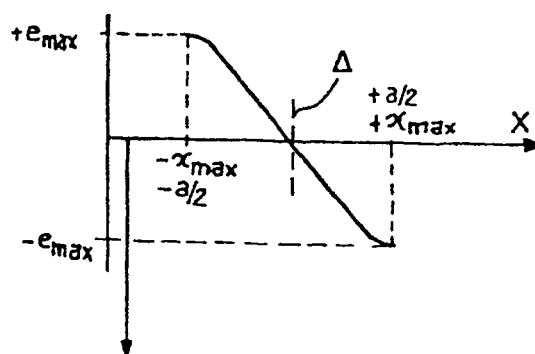
FIG_2B



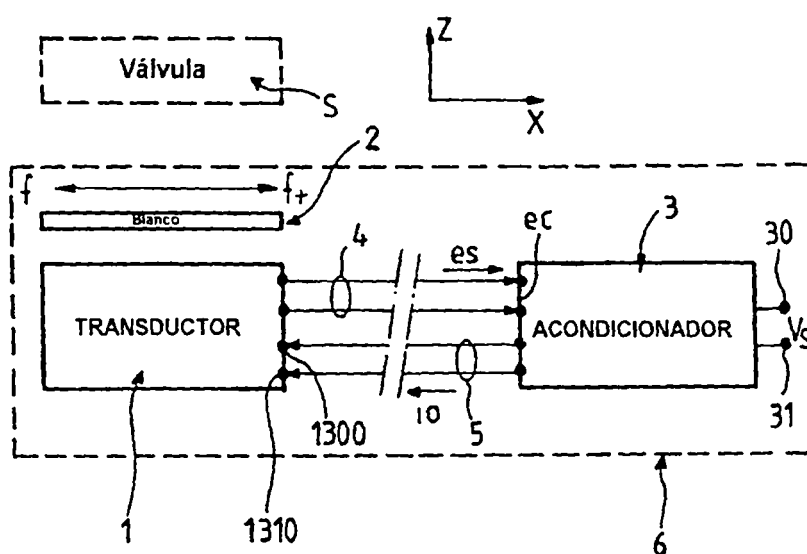
FIG_2C



FIG_2D



FIG_3



FIG_4

