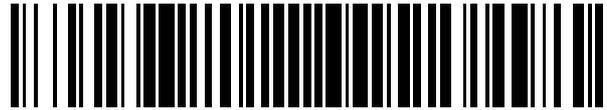


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 890**

51 Int. Cl.:

G01D 5/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2008 E 08718217 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 2257769**

54 Título: **Sensor de posición inductivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.12.2015

73 Titular/es:

ELMOS SEMICONDUCTOR AG (100.0%)
Heinrich-Hertz-Straße 1
44227 Dortmund, DE

72 Inventor/es:

BRANDS, ROBERT y
BÜSSER, WOLFGANG

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 553 890 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 de posición inductivo

La invención se refiere a un sensor de posición inductivo para la determinación de la posición de un elemento móvil y, en particular, para la determinación del ángulo de giro de un elemento móvil. Sin embargo, la invención también es aplicable a un sensor de posición lineal.

En los más diferentes campos técnicos y para las aplicaciones de usos más diversos puede ser necesario obtener mediante mediciones la posición de elementos móviles o piezas de un componente. Como ejemplo de un caso de aplicación de un sensor de ángulo de giro inductivo se debe nombrar en el sector automovilístico la detección de la posición de acelerador, la posición de la válvula de admisión, del nivel de carburante del tanque o del despejo del vehículo (compresión de los elementos de suspensión del vehículo). La ventaja de los sistemas de sensores inductivos es la captación sin contacto de una posición de recorrido o de giro.

La invención se refiere en especial a sensores de posición inductivos, tal como se describe a modo de ejemplo y esquemáticamente en la figura 1 y, por ejemplo, en los documentos WO-A-2004/072653, WO-A-2003/067181 y WO-A-2007/068765. En la figura 1 que se describe a continuación se muestra como sensor de ángulo de giro un sensor de posición inductivo de tipo monocanal.

El sensor 10 presenta dos unidades de transmisión 12, 14 en forma de bobinas de transmisión, de las cuales cada una produce un campo alterno electromagnético que genera una amplitud en función de la posición. Las dos unidades de transmisión 12, 14 son controladas mediante una unidad de control 16, lo que todavía será descrito más adelante.

Además, el sensor 10 está provisto de un elemento móvil 18 que en este ejemplo está configurado como un disco giratorio u otro elemento giratorio. El elemento presenta un circuito resonante 20 de una inductancia 22 y una capacitancia 24. El elemento 18 o el circuito oscilante 20 gira dentro de un campo alterno electromagnético total generado de la superposición de ambos campos alternos electromagnéticos de ambas unidades de transmisión 12, 14. En función de la posición rotacional, el circuito oscilante 20 emite un campo alterno electromagnético de la misma frecuencia que la de los campos alternos de ambas unidades de transmisión 12, 14, estando el campo alterno transmitido por el circuito oscilante 20 desplazado en fase respecto de los otros dos campos alternos. El grado de desplazamiento de fase es una medida de la posición giratoria momentánea del elemento 18. La señal del circuito oscilante 20 es recibida por una unidad de recepción 26 en forma de una bobina de recepción y la señal recibida procesada en una unidad de evaluación 28, en particular se determina la posición de fase de dicha señal respecto de las señales que alimentan las unidades de transmisión 12, 14.

Las bobinas de transmisión o unidades de transmisión 12, 14 modulan oscilaciones de baja frecuencia de la misma frecuencia (por ejemplo, 4 KHz) sobre una onda portadora de alta frecuencia (por ejemplo, 4 MHz) idéntica para ambas bobinas de transmisión. Las oscilaciones moduladas de ambas bobinas de transmisión están en desfase de 90° entre sí. Ambas señales excitan el circuito oscilante LC 20. La intensidad de la excitación es proporcional a la inductancia acoplada entre las bobinas de transmisión respectivas y la bobina de circuito oscilante (inductancia 22). Según la posición del elemento móvil 18, cada señal de transmisión acopla con diferente intensidad al circuito oscilante 20. En el circuito oscilante 20 se genera una oscilación modulada que tiene la misma frecuencia que la señal de modulación transmitida. Las oscilaciones moduladas del circuito de oscilación 20 tiene un desplazamiento de fase respecto de la modulación transmitida, en función de la relación de amplitudes de las señales de modulación acopladas al circuito de oscilación 20 de la bobinas de transmisión. Tal como se mencionó anteriormente, la señal generada en el circuito oscilante es retransmitida a la bobina de recepción (unidad de recepción 26).

El planteo matemático en el que se base el principio de medición puede ser explicado de la manera siguiente. Cuando se suman dos oscilaciones de forma sinusoidal de la misma frecuencia que están en desfase de 90° entre sí, se genera una oscilación de forma sinusoidal de la misma frecuencia. El desplazamiento de fase de la oscilación generada es una función de la relación de amplitudes de ambas oscilaciones sumadas.

Para muchas aplicaciones es necesario un sensor de posición inductivo de dos o más canales. De tal manera, la disposición mostrada en la figura 1, compuesta de dos unidades de transmisión 12, 14 con unidad de evaluación 16, el circuito oscilante 20 y la unidad de recepción 16 con unidad de evaluación 28 en la forma de dos subsistemas existe dos o más veces. Sin embargo, no es absolutamente necesaria una separación entre los subsistemas; los canales, por regla general, se sobreacoplan. Un sensor inductivo de dos canales se muestra, a modo de ejemplo, en la figura 2 y se describe, por ejemplo, en los documentos US-A-2002/0179339 y WO-A-2007/068765.

En la práctica, los sensores inductivos conocidos del diseño mencionado anteriormente han resultado útiles. No obstante, para ciertos usos el consumo de corriente de tales sensores es, en ocasiones, demasiado elevado. Además, ya que del lado de entrada no se usan señales de forma sinusoidal y/o cosenoidal, lo cual es ventajoso para un uso efectivo del sistema, del lado de salida se necesita un gasto bastante elevado en procesamientos posteriores de señales en forma de filtraciones y similares, lo cual tampoco es deseable y aumenta la necesidad de espacio en un ASIC (NdT: circuito integrado de aplicación específica).

Por el documento US-A-2005/0030010 se conoce un sensor de posición inductivo del tipo mencionado y descrito anteriormente, operado usando una señal PWM (NdT: modulación por ancho de pulsos) como señal de modulación. En este caso, este sensor requiere un gasto aumentado de procesamiento posterior de señales, lo que complica la disposición completa. Para la filtración de la señal de modulación para la recepción de la forma sinusoidal y/o cosenoidal se necesita un filtro de paso bajo con una frecuencia de corte relativamente baja, lo cual requiere así un espacio incrementado en el ASIC.

Un procedimiento para la generación de señales de transmisión ventajoso para la integración monolítica, reside en la generación de señales de onda cuadrada, cuya característica en función del tiempo se corresponde con la forma de señal de la señal de transmisión modulada. El uso de señales cuadradas permite un elevado grado de eficiencia gracias a que evita pérdidas en el circuito integrado. Además, la generación de señales cuadradas posibilita una linealidad particularmente elevada de la señal sensoria debido a la gran precisión relativa con la cual se generan las señales cuadradas en circuitos integrados. De tal manera, las señales cuadradas pueden ser usadas tanto para la generación de la señal portadora como también para la generación de la señal de modulación.

Un procedimiento para la generación de la señal de modulación particularmente ventajoso para la integración, reside en usar una secuencia, modulada por densidad de pulsos, de pulsos cuadrados de frecuencia portadora cuya característica de filtración en función del tiempo se corresponde con la señal de modulación deseada, o en una secuencia de pulsos cuadrados de frecuencia portadora cuya polaridad es invertida después de cada medio periodo de la frecuencia de modulación. Ambos procedimientos eliminan la necesidad de una multiplicación análoga para la generación de la señal modulada y, consecuentemente, posibilitan una linealidad de la señal sensoria particularmente elevada. De tal manera, la filtración requerida para la evaluación de las señales cuadradas generadas se realiza, ventajosamente, por una parte en el circuito resonante del elemento móvil, por otra parte en la ruta de recepción del circuito impreso.

Como se ha descrito anteriormente, en muchas aplicaciones los sensores de posición inductivos son realizados de manera multicanal. De tal manera, frecuentemente, los subsistemas se realizan espacialmente muy juntos. Debido a la proximidad espacial de las bobinas de diferentes subsistemas y teniendo en cuenta las demás condiciones marginales en la realización de las bobinas (por ejemplo, intensidad apropiada de los factores de acoplamiento entre transmisor y circuito oscilante, así como entre circuito oscilante y receptor, a ser posible igual inductancia e igual resistencia en ambas bobinas de transmisión de un subsistema, correcta dependencia angular de los factores de acoplamiento, supresión del campo remoto de todas las bobinas individuales, etc.), no puede, básicamente, ser evitada acoplamiento recíproco de las bobinas de diferentes subsistemas entre sí.

Este acoplamiento inductivo recíproco de las bobinas de ambos subsistemas (por ejemplo transmisor canal 1 con receptor canal 2 o circuito oscilante canal 2 con receptor canal 1) hace que al receptor del subsistema de un sensor multicanal le son suministradas señales del otro subsistema. Cuando en el receptor no son suprimidas adecuadamente las señales parásitas del subsistema foráneo acopladas de esta manera, pueden influenciar negativamente la señal sensoria medida. Así, debido a las influencias descritas de canales vecinos, se generan ruidos amplificadas (oscilaciones estocásticas) de la señal de posición medida.

El objetivo de la invención es crear un sensor de posición inductivo y, en particular, un sensor de ángulo de giro con una excitación de circuito oscilante perfeccionada, que presente características funcionales perfeccionadas y entregue resultados fiables.

Para la consecución de dicho objetivo, con la invención se propone un sensor de posición inductivo, en particular sensor de ángulo de giro, para la determinación de la posición de un elemento móvil, provisto de

- dos primeras unidades de transmisión para, en función de la posición, la generación de dos primeros campos alternos de idéntica primera frecuencia, esencialmente en desfase de 90°,
- dos segundas unidades de transmisión en función de la posición para la generación de dos segundos campos alternos de idéntica segunda frecuencia, esencialmente en desfase de 90°,
- un primer y un segundo circuito oscilante que están dispuestos a o en un elemento móvil en un campo alterno total generado por las primeras y segundas unidades de transmisión y cuya posición ha de ser determinada,
- siendo excitado el primer circuito oscilante adaptado para ser energizado por el primer campo alterno total generado por las primeras unidades de transmisión y generando un primer campo alterno de circuito oscilante con la primera frecuencia y
- siendo excitado el segundo circuito oscilante adaptado para ser energizado por el segundo campo alterno total generado por las segundas unidades de transmisión y generando un segundo campo alterno de circuito oscilante con la segunda frecuencia y
- una primera unidad de recepción que recibe el primer campo alterno de circuito oscilante,

- una segunda unidad de recepción que recibe el segundo campo alterno de circuito oscilante,
- una primera unidad de evaluación para determinar el desplazamiento de fase entre el primer campo alterno de circuito oscilante y al menos uno de ambos primeros campos alternos, y
- una segunda unidad de evaluación para determinar el desplazamiento de fase entre el segundo campo alterno de circuito oscilante y al menos uno de ambos segundos campos alternos,
- formando las dos primeras unidades de transmisión, el primer circuito oscilante, la primera unidad de recepción y la primera unidad de evaluación un primer subsistemas, y las dos segundas unidades de transmisión, el segundo circuito oscilante, la segunda unidad de recepción y la segunda unidad de evaluación un segundo subsistema,
- siendo las primeras unidades de transmisión y las segundas unidades de transmisión controlables alternadamente para la generación alternante de los primeros y segundos campos alternos y
- estando los subsistemas, sin estar conectados galvánicamente, acoplados entre sí de tal manera que un subsistema detecta cuando ya no son generados campos alternos en algún otro subsistema o demás subsistemas.

El punto de partida de la invención es el diseño de un sensor de tipo bicanal o multicanal inductivo, tal como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 1 y 2. La invención se aplica mediante el control de las unidades de transmisión de ambos canales, lo cual, de acuerdo con la invención, se produce de manera alternada. De tal manera, según la invención está previsto que los dos subsistemas, sin estar conectados galvánicamente, están acoplados entre sí de tal manera que un subsistema detecta cuando en el otro subsistema ya no se generan campos alternos.

La medida según la invención para evitar la influencia de canales vecinos en sistemas de sensores multicanales del tipo descrito reside, pese al acoplamiento recíproco de las bobinas de ambos subsistemas, en la operación cronológicamente alternada de ambos subsistemas. Este modo operativo denominado en lo sucesivo como "Modo Compensado Asíncrono" (ABM) no requiere cambios en la generación de las señales de modulación mismas y, consecuentemente, evita influencias negativas sobre parámetros de sistema importantes tales como la linealidad o la deriva de temperatura. El ABM requiere, evidentemente, una sincronización de los subsistemas de un sistema multicanal, de manera que cada canal inicia la propia operación de transmisión cuando no transmite ningún otro subsistema.

Dicha sincronización evidentemente podría producirse de manera muy sencilla mediante una comunicación de los diferentes subsistemas de un sistema de sensores por medio de una conexión directa.

En sistemas multicanales en los cuales, por motivos de redundancia, los subsistemas han sido realizados separados (incluso circuitos integrados de evaluación separados) las conexiones galvánicas directas entre ambos circuitos de evaluación son, frecuentemente, indeseadas en razón de consideraciones respecto de la función del sistema al fallar un subsistema (Análisis Modal de Fallos y Efectos, FMEA). Debe poder asegurarse que un fallo en uno de los subsistemas no pueda afectar otro subsistema. Ello no debe ser excluido en una conexión galvánica directa de ambos sistemas. Consecuentemente, la invención propone acoplar entre sí los subsistemas sin una conexión galvánica, algo que se puede realizar, ventajosamente, de manera capacitiva, óptica o inductiva. Particularmente apropiado es un acoplamiento inductivo de los subsistemas, ya que los mismos comprenden inductancias en forma de las bobinas individuales, que están acopladas al menos parasitariamente, respectivamente cuyo acoplamiento parasitario puede ser optimizado con el propósito del acoplamiento de los subsistemas para la sincronización de las unidades de transmisión. Para el acoplamiento inductivo de los subsistemas también es posible, disponer inductancias separadas que después estarían disponibles, adicionalmente, a las bobinas ya existente (por lo general, inductancias) de dichos subsistemas.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención se ha previsto que con el propósito de la sincronización del control alternado de las unidades de transmisión estén las unidades de transmisión de los subsistemas acoplados inductivamente, o bien las unidades de transmisión de uno de los subsistemas estén acoplados inductivamente con la unidad de recepción de otro subsistema o el circuito oscilante de uno de los subsistemas esté acoplado inductivamente con la unidad de recepción o las unidades de transmisión de un otro subsistema.

Alternativamente, también es posible disponer el acoplamiento (preferentemente acoplamiento inductivo) de los subsistemas, como se requiere para la sincronización de la operación alternada de las unidades de transmisión, por medio de unidades de control para las unidades de transmisión o por medio de las unidades de evaluación para las unidades de recepción. Para la realización de dicha variante se usa, por ejemplo, un transformador, o sea que debe preverse el acoplamiento de dos inductancias adicionales a las inductancias de los subsistemas.

Para evitar irradiaciones y evitar los acoplamientos de campos parásitos, las bobinas de un sistema de sensores del tipo descrito se realizan, frecuentemente, de tal manera que se compense el campo magnético remoto de dos bobinas parciales conectadas en serie. Con frecuencia, sólo una de estas dos bobinas parciales es activa para la

operación sensoria verdadera, mientras que la segunda bobina parcial se usa, principalmente, para la compensación de campos remotos. Por consiguiente, esta segunda bobina parcial no está sometida a los requerimientos estrictos respecto de la dependencia de magnitudes de medición de los factores de acoplamiento y, por lo tanto, puede ser emplazada, ampliamente, de cualquier manera.

- 5 Es ventajoso si, para el acoplamiento no galvánico de los subsistemas, según la invención se usen ahora las bobinas de compensación de campos remotos para la sincronización de las unidades de transmisión.

Por consiguiente, la invención prevé en su forma más general un sensor de posición inductivo, en particular sensor de ángulo de giro del tipo multicanal, o sea presente al menos dos subsistemas incluyendo cada uno dos unidades de transmisión con unidad de control, un circuito oscilante y una unidad de recepción con unidad de evaluación. La medida, según la invención, de la operación alternante de los diferentes subsistemas y el acoplamiento no galvánico de subsistemas previstos para la sincronización de dicha operación alternante de los subsistemas es particularmente ventajosa cuando no se usan señales de forma sinusoidal "puras" para el control de las unidades de transmisión. Sin embargo, ello es ventajoso para una realización monolítica del control de las unidades de transmisión y para las unidades de evaluación. Además, la operación alternante de los subsistemas tiene la ventaja de la reducción del consumo de energía que, dependiendo del uso respectivo del sensor de posición inductivo, puede ser absolutamente deseable.

Por consiguiente, la generación de campos alternos mediante las unidades de transmisión se produce, apropiadamente, mediante una señal esencialmente de forma sinusoidal que, preferentemente, puede ser generada mediante la modulación de amplitud de una señal portadora esencialmente de forma sinusoidal. De esta manera se puede producir una señal de forma sinusoidal de frecuencia comparativamente baja de, por ejemplo, 4 kHz usando inductancias en el rango de $\text{nh} - \mu\text{h}$ al excitar dichas inductancias mediante una señal portadora de frecuencia comparativamente alta de, por ejemplo, 4 MHz y se produce una modulación de amplitud. De tal manera, la señal portadora puede ser generada apropiadamente mediante la aplicación de una tensión alterna de onda rectangular cuya frecuencia de recurrencia es igual a la frecuencia portadora, mientras que la señal de modulación es una señal de densidad de pulsos con una densidad de pulsos variable en el tiempo para la generación de una característica de señal que, en lo esencial, presenta una forma sinusoidal o cosenoidal, estando la señal alterna cuadrada en cada caso aplicada a la primera unidad de transmisión durante la duración de los pulsos de la señal de densidad de pulsos. Tal generación de señales de forma sinusoidal se describe, por ejemplo, en el documento WO-A-2007/068765.

- 30 A continuación, la invención se explica en detalle mediante diferentes ejemplos de realización y con referencia al dibujo. De tal manera muestran en detalle:

La figura 1, el principio básico de un sensor de posición inductivo de tipo monocanal;

la figura 2, el principio básico de un sensor de posición inductivo de tipo bicanal;

- 35 la figura 3, un primer ejemplo de realización de un sensor de posición inductivo con una primera opción de acoplamiento inductivo de dos subsistemas del sensor;

la figura 4, otro ejemplo de realización de un sensor de posición inductivo con acoplamiento inductivo de los subsistemas, y

la figura 5, un último ejemplo de realización de un sensor de posición inductivo con acoplamiento inductivo de los subsistemas.

- 40 En las figuras 1 y 2 se muestra un sensor de posición inductivo 10 de tipo monocanal y un sensor de posición inductivo de tipo bicanal, según el estado actual de la técnica. Respecto de la descripción de estas dos figuras se remite a la introducción de la descripción.

La figura 3 muestra un primer ejemplo de realización de un sensor de posición inductivo 10' que presenta, en lo esencial, el mismo diseño que el sensor de posición según la figura 2. A diferencia con el sensor de posición según la figura 2, en el sensor de posición inductivo 10' según la figura 3 se genera un acoplamiento inductivo entre los subsistemas o bien un acoplamiento inductivo parasitario entre los subsistemas es usado para sincronizar los subsistemas con el propósito de una operación alternante, sin que para ello se necesite una conexión galvánica entre los subsistemas. En el ejemplo de realización según figura 3, para dicho acoplamiento inductivo se usan las bobinas de compensación de campos remotos 30 de, respectivamente, una de las unidades de transmisión 12, 14 y 12', 14' de ambos subsistemas. En este punto, para completar aún se debe mencionarse que la unidad de control y la unidad de evaluación de cada subsistema están realizados en un IC (NdT: circuito integrado) común.

Un procedimiento para la sincronización de los subsistemas de un sistema de sensores de tipo multicanal descrito anteriormente, usado en los ejemplos de realización a describir con el propósito de la operación en modo compensado asíncrono que para la integración en un circuito integrado es particularmente apropiado, radica en el monitoreo de las señales inducidas en una o más bobinas de un subsistema con el propósito de la detección de la operación de transmisión de otro subsistema del mismo sistema de sensores.

- 5 Durante la operación de transmisión de un primer subsistema, para evitar una influencia de canales vecinos, todos los demás subsistemas no deben transmitir. Por consiguiente, durante este tiempo, los circuitos de evaluación activos de dichos otros subsistemas pueden monitorear todas las respectivas bobinas conectadas (ambas bobinas de transmisión y la bobina de recepción) respecto de señales acopladas del primer subsistema en transmisión, concretamente mediante el uso de un circuito de monitoreo 32 asignado a cada subsistema y pudiendo comenzar con su propia operación de transmisión sólo cuando ya no se detectan acoplamientos de algún otro subsistema. Particularmente, de tal manera el monitoreo según la invención no está restringido a la bobina de recepción, sino que puede realizar una adecuada selección de las bobinas de sistema del subsistema, dependiendo de la naturaleza del sistema. Mediante dicho monitoreo se garantiza la operación alternante (es decir, no superpuesta) en el modo compensado asincrónico requerido para evitar las influencias de canales vecinos. El procedimiento no requiere conexiones directas ni conexiones por medio de condensadores o resistencias entre los subsistemas, sino que usa el acoplamiento inductivo, frecuentemente existente de todos modos, entre sí de las bobinas de los diferentes subsistemas y, consecuentemente, por los motivos nombrados es particularmente apto para sistemas de elevados requerimientos de seguridad.
- 10 Este comportamiento es particularmente ventajoso en la integración a un circuito de evaluación, ya que para la realización no se necesitan conexiones externas (pines) adicionales. Además, en un circuito integrado, la conmutación de las bobinas de transmisor a circuito de monitoreo respectivo y de retorno es posible sin grandes gastos adicionales.
- 20 En el ejemplo de realización de la figura 3 se usan los acoplamientos inductivos, frecuentemente existentes de todos modos, entre las bobinas de diferentes subsistemas (por ejemplo, bobinas de transmisión del subsistema 1 a bobinas de transmisión del subsistema 2 o circuito oscilante del sistema 1 a bobinas de recepción del sistema 2) para la detección de la operación de transmisión en algún otro subsistema. Una posibilidad del aumento selectivo de tales acoplamientos sin efectos negativos sobre el resto del sistema de bobinas reside en el acoplamiento entre las bobinas de compensación 30 de campos remotos frecuentemente necesarios de todos modos.
- 25 La disposición de las bobinas del sensor de posición 10' inductivo según la figura 3 usa estas bobinas de compensación de campos remotos 30, 30' y, en particular, los grados de libertad en la configuración y emplazamiento de las mismas para la obtención de un acoplamiento inductivo (de las bobinas) de diferentes subsistemas. Por consiguiente, en el ejemplo de realización según la figura 3, el circuito de monitoreo 32 detecta las señales de transmisión inducidas de las unidades de transmisión 14' y 12' de otro subsistema que ha sido inducido en la bobina de compensación de campos remotos 30 de las unidades de transmisión 14 y 12 de un subsistema.
- 30 En el ejemplo de realización del sensor de posición 10'' de la figura 4, el acoplamiento inductivo de ambos subsistemas se produce mediante dos inductancias 34, 34' adicionales previstas especialmente para dicho propósito, cuyas señales acopladas son detectadas por los circuitos de monitoreo 32.
- 35 En el ejemplo de realización del sensor de posición 10''' inductivo según la figura 5, el acoplamiento inductivo de ambos subsistemas se realiza, nuevamente, mediante el uso de las bobinas de compensación 30, 30' de campos, existentes de todos modos, y, concretamente en este caso, de la bobina de compensación de campos 30 de la unidad de transmisión 14 de un subsistema y la bobina de compensación de campos 30, 30' de la unidad de recepción 26' del otro subsistema.

REIVINDICACIONES

1. Sensor de posición inductivo, en particular sensor de ángulo de giro, para la determinación de la posición de un elemento móvil, con
- 5 - dos primeras unidades de transmisión (12, 14) para, en función de la posición, la generación de dos primeros campos alternos de idéntica primera frecuencia, esencialmente en desfase de 90°,
 - dos segundas unidades de transmisión (12', 14') para, en función de la posición, la generación de dos segundos campos alternos de idéntica segunda frecuencia, esencialmente en desfase de 90°,
 - un primer y un segundo circuito oscilante (20, 20') que están dispuestos a o en un elemento móvil en un campo 10 alterno total generado por las primeras y segundas unidades de transmisión (12, 14, 12', 14') y cuya posición ha de ser determinada,
 - siendo excitado el primer circuito oscilante (20) adaptado para ser energizado por el primer campo alterno total generado por las primeras unidades de transmisión (12, 14) y generando un primer campo alterno de circuito oscilante con la primera frecuencia y
 - siendo excitado el segundo circuito oscilante (20') adaptado para ser energizado por el segundo campo alterno 15 total generado por las segundas unidades de transmisión (12', 14') y
 - generando un segundo campo alterno de circuito oscilante con la segunda frecuencia y una segunda unidad de recepción (26) que recibe el segundo campo alterno de circuito oscilante,
 - una segunda unidad de recepción (26') que recibe el segundo campo alterno de circuito oscilante,
 - una primera unidad de evaluación (28) para determinar el desplazamiento de fase entre el primer campo alterno de 20 circuito oscilante y al menos uno de ambos primeros campos alternos, y
 - una segunda unidad de evaluación (28') para determinar el desplazamiento de fase entre el segundo campo alterno de circuito oscilante y al menos uno de ambos segundos campos alternos,
 - formando las dos primeras unidades de transmisión (12, 14), el primer circuito oscilante (20), la primera unidad de 25 recepción (26) y la primera unidad de evaluación (28) un primer subsistema y las dos segundas unidades de transmisión (12', 14'), el segundo circuito oscilante (20'), la segunda unidad de recepción (26') y la segunda unidad de evaluación (28') formando un segundo subsistema,
- caracterizado por que
- las primeras unidades de transmisión (12, 14) y las segundas unidades de transmisión (12', 14') son controlables 30 alternadamente para la generación alternante de los primeros y segundos campos alternos y
 - ambos subsistemas, sin estar conectados galvánicamente, están acoplados entre sí de tal manera que un subsistema detecta cuando en algún otro subsistema o en los demás subsistemas ya no se generan campos alternos.
2. Sensor de posición inductivo según la reivindicación 1, caracterizado por que ambos subsistemas están acoplados de manera capacitiva, óptica o inductiva.
- 35 3. Sensor de posición inductivo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que los dos subsistemas están acoplados inductivamente y porque cada subsistema tiene asignada una inductancia excitable al operar el subsistema, estando dichas inductancias acopladas entre sí.
4. Sensor de posición inductivo según la reivindicación 3, caracterizado por que las inductancias son componentes de los subsistemas y están previstos para sus funciones.
- 40 5. Sensor de posición inductivo según la reivindicación 4, caracterizado por que las primeras y segundas unidades de transmisión (12, 14, 12', 14'), los primeros y segundos circuitos oscilantes (20, 20') y las primeras y segundas unidades de recepción (26, 26') presentan cada una al menos una inductancia y porque una de las inductancias del primer subsistema está acoplada con una de las inductancias del segundo subsistema.
- 45 6. Sensor de posición inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que una primera unidad de control (16) está acoplada para las primeras unidades de transmisión (12, 14) con una segunda unidad de control (16') para las segundas unidades de transmisión (12', 14'), sin que las dos unidades de control (16, 16') para las primeras y segundas unidades de transmisión (12, 14, 12', 14') o las dos unidades de evaluación (28, 28') de ambas unidades de recepción estén conectadas galvánicamente entre sí o la unidad de control (16, 16') de dicho subsistema esté conectada galvánicamente con la unidad de evaluación (28, 28') de algún otro subsistema.
- 50 7. Sensor de posición inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las primeras y las

segundas unidades de transmisión (12, 14, 12', 14') presentan primeras y segundas bobinas de transmisión y porque una de las primeras bobinas está acoplada inductivamente con una de las segundas bobinas de transmisión.

5 8. Sensor de posición inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las primeras y las segundas unidades de transmisión (12, 14, 12', 14') presentan bobinas de transmisión y las primeras y las segundas unidades de recepción (26, 26') presentan bobinas de recepción, con lo cual, para evitar acoplamientos de campos parásitos, está conectada de tal manera una bobina de compensación de campos remotos (30) en serie respecto de cada bobina de transmisión y/o cada bobina de recepción que compensa, en lo esencial, el campo magnético remoto de ambas bobinas dispuestas en serie, y porque la bobina de compensación de campos remotos (30) de al menos una de las primeras unidades de transmisión o de las primeras bobinas de recepción de un subsistema está
10 acoplada inductivamente con la bobina de compensación de campos remotos (30) de al menos una de las segundas bobinas de transmisión o de las segundas bobinas de recepción de algún otro subsistema.

9. Sensor de posición inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que a las unidades de transmisión (12, 14, 12', 14') se les puede suministrar, en cada caso, una señal de forma esencialmente sinusoidal para la generación de los campos alternos.

15 10. Sensor de posición inductivo según la reivindicación 9, caracterizado por que la señal con forma sinusoidal puede ser generada mediante la modulación de amplitud de una señal portadora de forma esencialmente sinusoidal.

Unidad de transmisión 12 Unidad de transmisión 14 Excitación de circuito oscilante

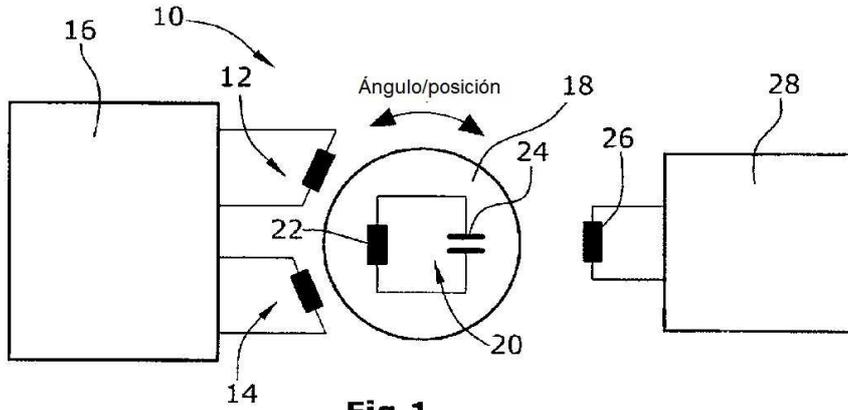
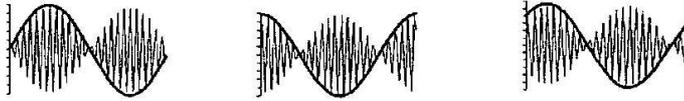


Fig.1

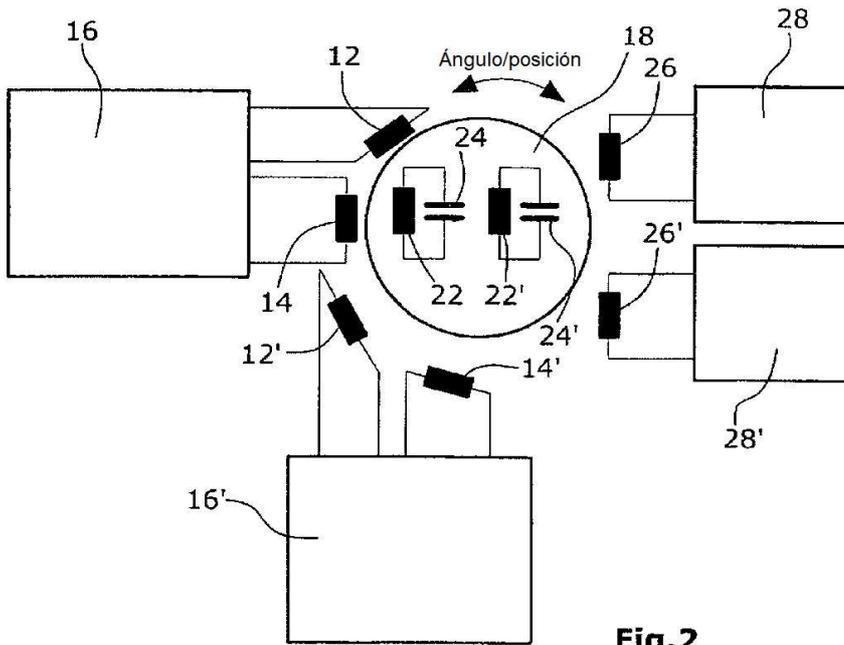


Fig.2

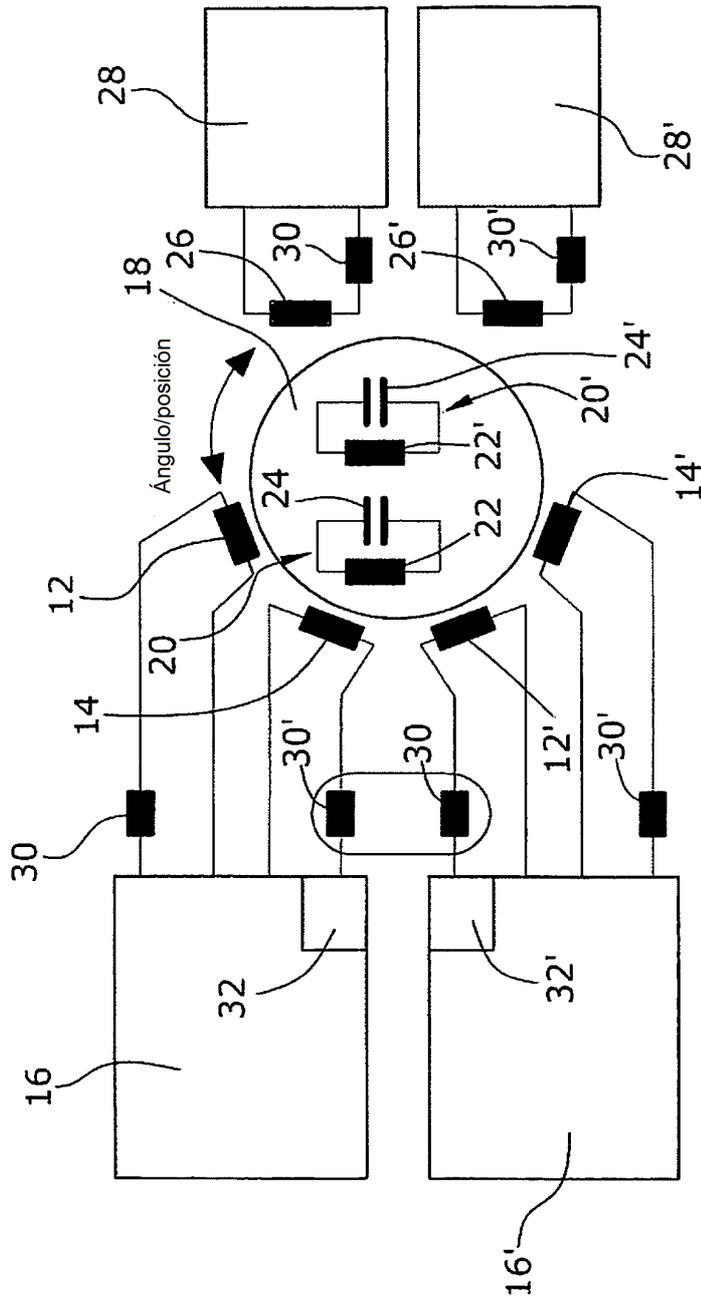


Fig.3

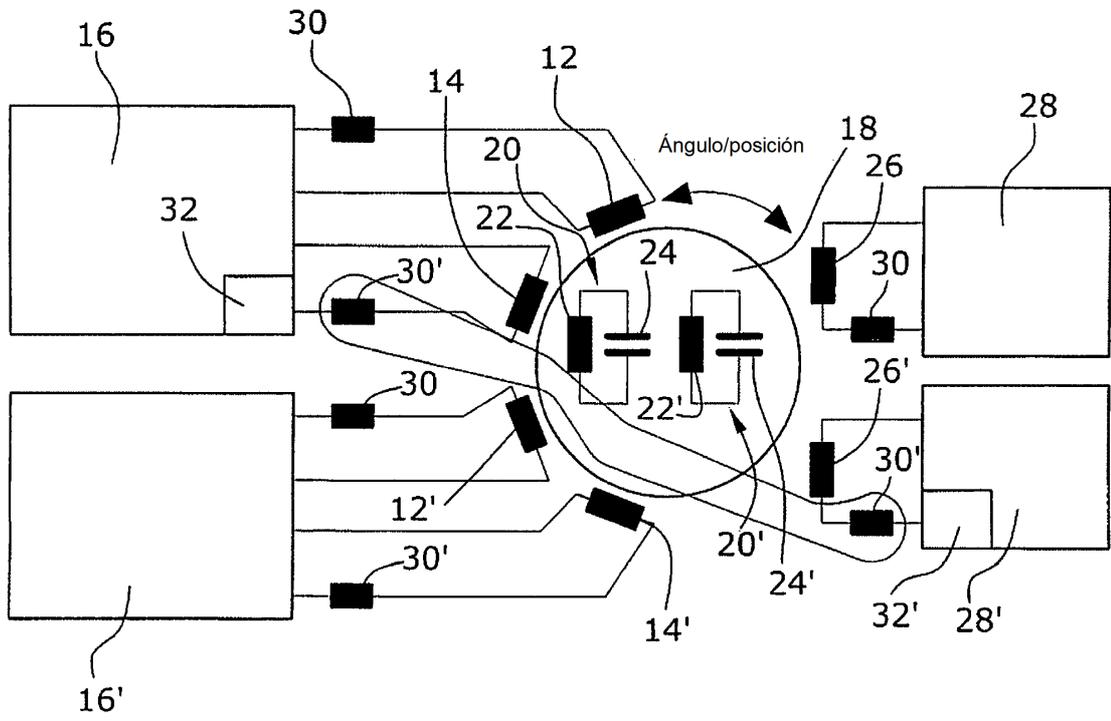


Fig.5