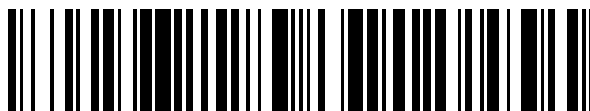


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 631**

51 Int. Cl.:

G01D 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.04.2013 PCT/EP2013/058558**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13167381**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2013 E 13718584 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 2847547**

54 Título: **Sistemas y métodos de conmutación de salida para sensores de campo magnético**

30 Prioridad:

**07.05.2012 US 201261643677 P
25.06.2012 US 201213532152**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.08.2020

73 Titular/es:

**INFINEON TECHNOLOGIES AG (100.0%)
Am Campeon 1-12
85579 Neubiberg, DE**

72 Inventor/es:

**JUGLAN, CATALINA-PETRUTA;
MIALTU, RAZVAN-CATALIN;
STOICA, DAN-IOAN-DUMITRU y
UNTERSTEINER, HEINZ**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 779 631 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

Sistemas y métodos de conmutación de salida para sensores de campo magnético

Campo técnico

5 La invención se refiere a sensores en general y más particularmente a sistemas y métodos de conmutación de salida para sensores magnéticos.

Antecedentes

Los sensores de campo magnético tienen muchas aplicaciones, una de las cuales es la gestión de motores de automóviles. Por ejemplo, los sensores de campo magnético asociados con dientes giratorios o ruedas polares y un imán de polarización posterior pueden usarse para detectar la rotación y/o el posicionamiento del árbol de levas.

10 Para reducir las emisiones del motor se desea un control más preciso del motor. Esto puede proporcionarse, al menos en parte, mediante sensores más precisos y de mejor rendimiento, tales como los que proporcionan una mejor conmutación de salida y dependen menos del posicionamiento relativo del sensor y el elemento giratorio, ya que la señal del sensor depende tanto de la intensidad del campo magnético como de la distancia entre el sensor y el elemento objetivo.

15 Las soluciones convencionales para determinar los valores umbrales de conmutación de salida son típicamente reactivas, basadas en una regulación lenta como reacción a las características de la señal actual. Generalmente se adopta uno de dos enfoques: establecer un valor umbral único sobre todo el patrón con una adaptación lenta después de un cambio general del patrón (algoritmo reactivo lento), como se muestra en la FIG. 1A; o adaptarse continuamente según el último par de un máximo de señal y un mínimo de señal (algoritmo reactivo rápido), como se muestra en la FIG. 1B. Si bien estos enfoques pueden mejorar la repetibilidad y el agotamiento de la fase (es decir, la oscilación de un diente o una rueda polar no centrada en un eje) y la robustez (modulación de la amplitud), respectivamente, ofrecen una precisión de fase subóptima. Además, y haciendo referencia a la FIG. 2, se representa un diagrama conceptual de un sistema convencional de procesamiento de señales del sensor, que puede usarse para el ejemplo del árbol de levas mencionado anteriormente. El punto donde la salida cambia de estado se define por la cantidad de señal de retroalimentación proporcionada por el bucle de regulación de compensación. La respuesta de bucle lento, determinada por un filtro anti-alias presente en la ruta de señal directa (bloque de procesamiento de señales analógicas), limita la cantidad y el tiempo de las actualizaciones en el bucle de regulación de compensación a actualizaciones pequeñas preferiblemente raras. Esta respuesta lenta puede conducir a una conmutación parasitaria, que no es deseada.

30 Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar los sistemas y métodos de conmutación de salida.

El documento FR2860587 describe un sensor de acuerdo con el estado de la técnica.

Compendio

Las realizaciones se relacionan con sistemas y métodos óptimos de determinación del valor umbral de conmutación, tales como para sensores.

35 En una realización, un sistema sensor comprende una rueda objetivo que comprende una pluralidad de elementos objetivo; y un sensor que comprende un elemento sensor acoplado a una circuitería del sensor, el elemento sensor configurado para detectar la rotación de la rueda objetivo y proporcionar una señal de salida que comprende un máximo y un mínimo para cada uno de la pluralidad de elementos objetivo, la circuitería del sensor configurada para usar al menos un máximo y al menos un mínimo relacionados con uno de la pluralidad de elementos objetivo para predecir un valor umbral de conmutación óptimo para una instancia futura de ese uno de la pluralidad de elementos objetivo.

40 En una realización, un método comprende detectar, mediante un elemento sensor, un máximo y un mínimo para cada elemento objetivo durante una primera rotación de una rueda objetivo; y usar al menos un máximo y al menos un mínimo relacionados con un elemento objetivo particular para predecir un valor umbral de conmutación óptimo para ese elemento objetivo en al menos una rotación posterior de la rueda objetivo.

45 En una realización, un sensor comprende un elemento sensor configurado para proporcionar una señal de entrada; y la circuitería del sensor acoplada al elemento sensor para recibir la señal de entrada, circuitería del sensor que comprende un comparador configurado para comparar una parte de la señal de entrada con un valor umbral de conmutación óptimo previsto para la parte de la señal de entrada y para conmutar una salida de la circuitería del sensor dependiendo de la comparación.

50

Breve descripción de los dibujos

La invención puede entenderse más completamente teniendo en cuenta la siguiente descripción detallada de diversas

realizaciones de la invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1A es un diagrama de una señal relacionado con una realización convencional de valor umbral único.

La FIG. 1B es un diagrama de una señal relacionado con una realización convencional de valor umbral reactivo.

5 La FIG. 2 es un diagrama de bloques de circuito relacionado con la circuitería convencional de determinación del valor umbral.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de una rueda objetivo y un sistema sensor según una realización.

La FIG. 4 es un diagrama de una señal de un sistema y método de determinación del valor umbral de conmutación óptimo predictivo según una realización.

10 La FIG. 5A es un diagrama de una señal de un sistema y método de determinación del valor umbral de conmutación óptimo predictivo según una realización.

La FIG. 5B es un diagrama de una señal de un sistema y método de determinación del valor umbral de conmutación óptimo predictivo según una realización.

La FIG. 5C es un diagrama de una señal de un sistema y método de determinación del valor umbral de conmutación óptimo predictivo según una realización.

15 La FIG. 6 es un diagrama de una señal de un sistema y método de determinación del valor umbral de conmutación óptimo predictivo según una realización.

La FIG. 7 es un diagrama de bloques de un circuito de acuerdo con una realización.

La FIG. 8A es un diagrama de bloques de un circuito de acuerdo con una realización.

20 La FIG. 8B es un diagrama de una señal de un sistema y método de determinación del valor umbral de conmutación óptimo predictivo según la realización de la FIG. 8A.

Si bien la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, sus ejemplos se han mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle. Sin embargo, debe entenderse que la intención no es limitar la invención a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del espíritu y alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

Las realizaciones se refieren a sistemas y métodos predictivos de determinación del valor umbral de conmutación de salida para sensores, por ejemplo, sensores de campo magnético. En realizaciones, al menos se determina de forma predictiva, en lugar de en forma reactiva, un valor umbral de conmutación individual para cada diente o polo de un diente ferromagnético o rueda polar, respectivamente. Por ejemplo, en una realización, se programa el número de dientes o polos, y se determina un valor umbral óptimo para cada diente o polo durante una rotación de la rueda. El valor umbral óptimo determinado para cada diente se usa para ese diente en al menos una rotación posterior de la rueda, y la calibración se realiza opcionalmente en futuras rotaciones posteriores. Por lo tanto, en las realizaciones, los valores umbrales son predictivos para cada diente o polo individual en lugar de ser reactivos a un diente o polo adyacente.

De este modo, las realizaciones pueden proporcionar una mejor precisión de fase al tiempo que también calibran y/o compensan mejor las tolerancias de agotamiento, fabricación y posicionamiento entre el sensor y la rueda objetivo. Estas y otras realizaciones también proporcionan beneficios y ventajas adicionales como se trata en el presente documento.

40 Con referencia a la FIG. 3, se representa un sistema sensor 100 que comprende un sensor 102 separado de una rueda objetivo 104. En realizaciones, el sensor 102 comprende un sensor de campo magnético, tal como un sensor de efecto Hall, aunque en realizaciones el sensor 102 puede comprender otros tipos de sensores. El sensor 102 también comprende la circuitería de procesamiento de señales, tratada a continuación en el presente documento.

45 En realizaciones en las que el sensor 102 comprende un sensor de campo magnético, la rueda objetivo 104 es ferromagnética y comprende una rueda dentada (como se representa en la FIG. 3), una rueda polar o algún otro dispositivo objetivo adecuado. El sistema sensor 100 también puede comprender un imán de polarización posterior (no representado). En las realizaciones en las que se usa algún otro tipo de sensor 102, la rueda objetivo comprende otro objetivo, rotación o movimiento adecuado que puede ser detectado por el sensor 102. En la realización representada en la FIG. 3, la rueda objetivo 104 comprende cuatro dientes 106, pero este número puede ser mayor o menor en otras realizaciones. Por conveniencia, en el presente documento se usará en todo momento como una rueda objetivo 104 ejemplo una rueda de cuatro dientes como se representa en la FIG. 3, pero de ninguna manera se

considerará limitante con respecto a otras realizaciones. En realizaciones, el número de dientes o polos puede programarse en una memoria, tal como EEPROM, del sistema sensor 100, o el número de dientes puede ser detectado por el sistema sensor 100.

5 Cada diente 106 de la rueda objetivo 104 se representa por conveniencia en la FIG. 3 como de un tamaño aproximadamente igual, es decir, que tiene aproximadamente la misma anchura y la misma altura con respecto a los valles 108 o el resto de la rueda objetivo 104. En la práctica, los dientes 106 pueden variar entre sí intencionalmente o no. Por ejemplo, los dientes 106 pueden variar entre sí intencionalmente, de modo que el sistema sensor 100 puede determinar más fácilmente exactamente dónde está la rueda objetivo 104 en rotación. Los dientes 106 también pueden variar entre sí sin querer, por ejemplo, debido a tolerancias o defectos de fabricación.

10 En funcionamiento, la rueda objetivo 104 gira, creando un campo magnético variable que puede ser detectado por el sensor 102. Con referencia a la FIG. 4, una señal detectada por el sensor 102 puede parecerse a la señal 110. La parte de la señal 110 relacionada con cada uno de los Dientes 1-4 se identifica por encima de la señal 110. La señal 110 como se muestra indica diferencias entre los cuatro dientes (no representadas en la FIG. 3) tal que la intensidad y la fase máximas relativas del campo magnético varían durante la rotación. La intensidad mínima es relativamente constante, aunque esto también puede variar en otras realizaciones. El sistema sensor 100 por lo tanto conmuta de mayor a menor, o se activa y desactiva, a medida que la rueda objetivo 104 gira y el campo magnético detectado por el sensor 102 varía de mayor a menor.

15 Para mejorar la precisión de la fase, se desea conmutar de alto a bajo, y viceversa, en el mismo punto geoméricamente para dientes más pequeños y más grandes. Por ejemplo, en una realización, es óptimo conmutar de bajo a alto cuando el campo magnético alcanza aproximadamente el 70% de los máximos del diente particular, es decir, cuando $K = 0,7$ de la amplitud. Del mismo modo, puede ser óptimo conmutar de nuevo de alto a bajo cuando el campo magnético cae por debajo del 70% de los máximos del campo asociado con ese diente en particular. Cuando el tamaño del diente varía, K también puede variar de un diente a otro, como se ilustra en los valores umbrales óptimos ejemplo representados en la FIG. 4.

25 Si bien se puede programar un valor de K para el sistema sensor 100, no es práctico, si no imposible, programar un valor umbral óptimo correspondiente asociado con ese K para cada diente individual de cada rueda objetivo 104 de cada implementación del sistema sensor 100. Además, el umbral óptimo puede variar debido al agotamiento, los cambios de temperatura, el posicionamiento y por muchas otras razones.

30 Por lo tanto, en realizaciones, el sistema sensor 100 determina un valor umbral óptimo para cada diente durante al menos una rotación de la rueda objetivo 104. En realizaciones, la al menos una rotación puede ser la primera rotación de la rueda objetivo 104, una rotación anterior de la rueda objetivo 104 o una rotación actual de la rueda objetivo 104, o alguna combinación de las mismas. Además, las realizaciones del sistema sensor 100 usan los valores umbrales óptimos determinados de forma predictiva, aplicando los valores umbrales para futuras instancias del mismo diente en rotaciones posteriores. Para tener en cuenta los eventos que pueden ocurrir durante el funcionamiento después de que se hayan determinado inicialmente los valores umbrales óptimos, tales como los cambios de temperatura u otros eventos que podrían alterar la posición de uno o ambos del sensor 102 y la rueda objetivo 104, los valores umbrales óptimos pueden continuar determinándose de manera predictiva en futuras rotaciones para proporcionar calibración. En las realizaciones, los valores umbrales óptimos se pueden redeterminar o calibrar, tras cada rotación o en algún otro intervalo, mientras que, en otras realizaciones, los valores umbrales óptimos se pueden determinar una vez y usarse de manera continua. Independientemente de si se implementa la calibración, los valores umbrales de conmutación óptimos determinados se usan de forma predictiva, es decir, se determinan durante una primera rotación de la rueda objetivo 104 para cada diente y se aplican en al menos una rotación posterior para futuras instancias de ese mismo diente.

35 Con referencia a la FIG. 5A, se representa un método para determinar un valor umbral de conmutación óptimo. En la realización de la FIG. 5A, el sistema sensor 100 usa el valor máximo durante una primera rotación del Diente 1 y un promedio del mínimo de cada uno de los Dientes 1-4 en esa primera rotación, junto con un valor K programado o determinado dinámicamente, para determinar de manera predictiva el valor umbral óptimo para la siguiente instancia del Diente 1 en una posterior. Del mismo modo, el sistema sensor 100 utiliza el máximo de la primera instancia del Diente 2 y un promedio de los mínimos de las primeras instancias de los Dientes 1-4 para determinar de forma predictiva el valor umbral óptimo para la segunda instancia del diente 2. Se puede extender una metodología similar para determinar los valores umbrales de conmutación óptimos de cada una de las segundas instancias de los Dientes 3 y 4.

40 Con referencia a la FIG. 5B, se representa otra metodología, en la que se utilizan el máximo y dos mínimos adyacentes de un diente para predecir el valor umbral de cambio óptimo de la siguiente instancia de ese diente. Por ejemplo, el máximo de la primera instancia del Diente 1, así como el mínimo que precede inmediatamente al máximo y el mínimo que sigue inmediatamente al máximo, junto con el valor K programado, se utilizan para predecir el valor umbral de conmutación óptimo de la segunda instancia del Diente 1. Este mismo enfoque puede extenderse para los otros dientes.

Las realizaciones de las Figs. 5A y 5B pueden proporcionar realizaciones que, respectivamente, pueden ser más

adecuadas para una aplicación u otra. Por ejemplo, la FIG. 5B puede tener un requisito de memoria menor en las realizaciones porque no es necesario almacenar los cuatro mínimos para determinar el promedio, y aunque esto puede ser ventajoso en algunas aplicaciones, puede no ser un factor decisivo en otras. Fundamentalmente, varias realizaciones proporcionan una gama de opciones que pueden considerarse para cualquier aplicación particular.

- 5 En realizaciones, se pueden usar los opuestos mínimo/máximo de cada una de las FIGS. 5A y 5B. Por ejemplo, haciendo referencia al método de la FIG. 5A, se pueden usar un mínimo individual y un promedio de los máximos, o, haciendo referencia a la FIG. 5B, se pueden usar un mínimo individual y dos máximos adyacentes. Además, la metodología particular no necesita ser singular; por ejemplo, en realizaciones, el sistema sensor 100 puede alternar entre el enfoque de la FIG. 5A y el enfoque de la FIG. 5B, o entre otras metodologías como se trata. En realizaciones,
10 el sistema sensor 100 puede programarse con ambas metodologías, así como con la capacidad de decidir dinámicamente cuál sería más apropiado dada la aplicación y/o las condiciones.

- Con referencia a la FIG. 5C, en otras realizaciones, se pueden determinar diferentes valores umbrales de conmutación óptimos no solo para cada diente o polo, sino también para cada borde, por ejemplo, diferentes valores umbrales de conmutación óptimos para bordes ascendentes frente a descendentes del mismo diente o polo. Por lo tanto, en la
15 realización de la FIG. 3 en la que la rueda objetivo 104 comprende cuatro dientes 106, el sistema sensor 100 calcularía ocho valores umbrales de conmutación óptimos, dos para cada diente 106.

- Con referencia a la FIG. 6, también se tiene que considerar el momento de conmutar de un valor umbral óptimo al siguiente valor umbral óptimo para el siguiente diente. La diferencia entre el valor umbral óptimo y la cantidad de retroalimentación proporcionada al bucle de regulación de compensación se representa como el valor umbral delta. El
20 proceso, incluida la cadencia, de conmutar de un valor umbral óptimo actual al siguiente valor umbral óptimo se activa de manera óptima en realizaciones para evitar la conmutación parasitaria o la conmutación al umbral incorrecto. Esta activación óptima también puede considerar los efectos de histéresis dentro del sistema sensor 100. Por lo tanto, como se representa en la FIG. 6, las zonas de seguridad pueden implementarse en realizaciones para evitar la conmutación prematura. En una realización, el punto en el que se pasa el siguiente valor umbral en el borde descendente más un
25 factor de histéresis define cada zona de seguridad, con zonas de seguridad extendidas tanto para el borde ascendente como para el descendente.

- La histéresis puede abordarse de varias maneras. En realizaciones, se puede fijar un factor de histéresis. Por ejemplo, se puede programar un factor de histéresis en el sistema sensor 100 en base a una aplicación o situación conocida en la que se implementará el sistema 100. Un valor de histéresis ejemplo en una realización es de aproximadamente
30 3 mT, aunque esto puede variar en otras realizaciones. En otras realizaciones, el factor de histéresis puede adaptarse a la amplitud de la señal. En estas realizaciones, el sistema sensor 100 puede programarse para calcular internamente un factor de histéresis usando la misma información que para calcular los valores umbrales óptimos dado que la histéresis es proporcional a la amplitud de la señal. Por ejemplo, en la primera rotación en la que se determinan los valores umbrales óptimos, el sistema sensor 100 puede usar los máximos y mínimos para determinar la amplitud y,
35 por lo tanto, un factor de histéresis apropiado. Como se representa en la FIG. 6, se pueden identificar entonces los puntos de conmutación 120, en los cuales el sistema sensor 100 puede conmutar el valor umbral óptimo a ser utilizado.

- Para la realización de la FIG. 5C en el que cada diente o polo tiene dos valores umbrales óptimos, uno para el borde ascendente y otro para el borde descendente, el sistema sensor 100 puede calcular continuamente la zona de seguridad en función del máximo y mínimo almacenados correspondientes a un borde ascendente o descendente
40 particular. Para que ocurra la conmutación entre dos valores umbrales consecutivos, se puede implementar una zona de seguridad equivalente, que también considere la histéresis, por encima de los valores umbrales.

- Con referencia a la FIG. 7, se representa una realización de circuitería 130 del sistema sensor 100. La circuitería 130 recibe una señal de entrada analógica 132 del elemento sensor, tal como un elemento Hall como se trató previamente. La señal se pasa a través de un bloque de procesamiento de señales analógicas 134 y luego, en un bucle analógico,
45 a un convertidor analógico a digital (ADC) y un convertidor digital a analógico (DCA) 136 para la regulación de la compensación y la determinación del o de los valores umbrales óptimos. Después del procesamiento de la señal analógica 134, la señal también se pasa a un convertidor 138 donde se compara con el valor umbral predictivo óptimo apropiado determinado desde la última instancia del diente o polo relacionado con la señal de entrada particular 132 que se considera para determinar si se va a producir la conmutación de salida 140.

- 50 Con referencia a la FIG. 8, se representa otra realización de circuitería 150 y un diagrama de señal relacionado para implementar realizaciones de la invención. Con referencia a la FIG. 8A, la circuitería 150 comprende dos series de registros de desplazamiento 152 y 154, uno para cada uno de los máximos y mínimos. La circuitería 150 comprende un registro de desplazamiento en cada serie 152 y 154 para cada diente. Así, la realización de la FIG. 8A comprende cuatro cada uno, correspondiente a la realización de la FIG. 3.

- 55 Los registros de desplazamiento 152 y 154 amortiguan cada máximo y mínimo y pasan esos valores a los DAC 156 y 158 retrasados por una rotación de la rueda objetivo. Por lo tanto, en referencia a la FIG. 8B, Bop1 se determina a partir de Pk2 y Pk3; Brp1 está determinado por Pk3 y Pk4, donde Pk2, Pk3 y Pk4 se determinan y almacenan un período de rotación antes.

5 Por lo tanto, las realizaciones utilizan la determinación predictiva del valor umbral óptimo para mejorar el rendimiento de conmutación de la señal de salida. Diversas realizaciones pueden utilizar diferentes factores de señal, tales como máximos, mínimos y/o promedios de uno o ambos, para determinar de manera predictiva los valores umbrales óptimos asociados con una porción particular (por ej., un diente o polo) de una rueda objetivo, con esos valores umbrales óptimos implementados para al menos una rotación futura de la rueda objetivo. En comparación con los sistemas convencionales de valor umbral único y/o reactivos, se pueden proporcionar numerosas ventajas como se trató anteriormente en este documento.

10 En este documento se han descrito varias realizaciones de sistemas, dispositivos y métodos. Estas realizaciones se dan solo a modo de ejemplo y no pretenden limitar el alcance de la invención. Debe apreciarse, además, que las diversas características de las realizaciones que se han descrito pueden combinarse de diversas maneras para producir numerosas realizaciones adicionales. Además, aunque se han descrito diversos materiales, dimensiones, formas, configuraciones y ubicaciones, etc. para su uso con las realizaciones descritas, se pueden utilizar otros además de los descritos sin exceder el alcance de la invención.

15 Los expertos en las técnicas relevantes reconocerán que la invención puede comprender menos características que las ilustradas en cualquier realización individual descrita anteriormente. Las realizaciones descritas en el presente documento no pretenden ser una presentación exhaustiva de las formas en que se pueden combinar las diversas características de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor, que comprende:
- un elemento sensor; y
- 5 una circuitería del sensor acoplada al elemento sensor, el elemento sensor configurado para detectar la rotación de una rueda objetivo que comprende una pluralidad de elementos objetivo y proporcionar una señal de salida que comprende un máximo y un mínimo para cada uno de la pluralidad de elementos objetivo, la circuitería del sensor configurada para usar al menos un máximo y al menos un mínimo relacionados con uno de la pluralidad de elementos objetivo para predecir un valor umbral de conmutación óptimo para una instancia futura de ese uno de la pluralidad de elementos objetivo,
- 10 en el que la circuitería del sensor está configurada para predecir el valor umbral de conmutación óptimo para al menos la siguiente instancia de ese uno de la pluralidad de elementos objetivo mediante al menos uno de:
- utilizar el máximo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo y un promedio de los mínimos para la pluralidad de elementos objetivo en una rotación,
 - 15 - utilizar el máximo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo, un mínimo inmediatamente anterior al máximo y un mínimo inmediatamente posterior al máximo,
 - utilizar el mínimo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo y un promedio de los máximos para la pluralidad de elementos objetivo en una rotación; y
 - utilizar el mínimo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo, un máximo inmediatamente anterior al mínimo y un máximo inmediatamente posterior al mínimo.
- 20 2. El sensor según la reivindicación 1, en el que la rueda objetivo comprende uno de una rueda polar o una rueda dentada y los elementos objetivo comprenden uno de polos o dientes, respectivamente.
3. El sensor según la reivindicación 1 o 2, en el que el elemento sensor comprende un elemento sensor de campo magnético.
4. El sensor según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la circuitería del sensor está configurada para predecir un valor umbral óptimo único para una instancia futura de ese uno de la pluralidad de elementos objetivo.
- 25 5. El sensor según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la circuitería del sensor está configurada para predecir un valor umbral óptimo de borde ascendente y un valor umbral óptimo de borde descendente para una instancia futura de ese uno de la pluralidad de elementos objetivo.
6. El sensor según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la circuitería del sensor está configurada para determinar una zona de seguridad para cada umbral óptimo, zona de seguridad que define un punto en el que la circuitería del sensor puede pasar de comparar la señal de salida con un valor umbral óptimo actual a comparar la señal de salida con un valor umbral óptimo posterior.
- 30 7. El sensor según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la zona de seguridad comprende un componente de compensación de histéresis.
8. El sensor según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la circuitería del sensor comprende la circuitería de procesamiento de señales analógicas, un comparador, un convertidor digital a analógico y un convertidor analógico a digital.
- 35 9. El sensor según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la circuitería del sensor comprende una pluralidad de registros de desplazamiento, un primer subconjunto de la pluralidad de registros de desplazamiento, cada uno configurado para almacenar un máximo para uno de los elementos objetivo, y un segundo subconjunto de la pluralidad de registros de desplazamiento cada uno configurado para almacenar un mínimo para uno de los elementos objetivo, la pluralidad de registros de desplazamiento configurados para amortiguar los máximos y mínimos hasta una próxima instancia del elemento objetivo asociado con un conjunto particular de un máximo y un mínimo.
- 40 10. Un método, que comprende:
- 45 detectar, mediante un elemento sensor, un máximo y un mínimo para cada elemento objetivo durante una primera rotación de una rueda objetivo; y
- predecir un valor umbral de conmutación óptimo para al menos la siguiente instancia de uno de la pluralidad de elementos objetivo mediante al menos uno de:
- 50 - utilizar el máximo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo y un promedio de los mínimos para la pluralidad de elementos objetivo en una rotación,

- utilizar el máximo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo, un mínimo inmediatamente anterior al máximo y un mínimo inmediatamente posterior al máximo,
 - utilizar el mínimo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo y un promedio de los máximos para la pluralidad de elementos objetivo en una rotación; y
- 5
- utilizar el mínimo para el uno de la pluralidad de elementos objetivo, un máximo inmediatamente anterior al mínimo y un máximo inmediatamente posterior al mínimo.

11. Un sistema sensor, que comprende:

una rueda objetivo que comprende una pluralidad de elementos objetivo; y

un sensor según una de las reivindicaciones 1-9.

10

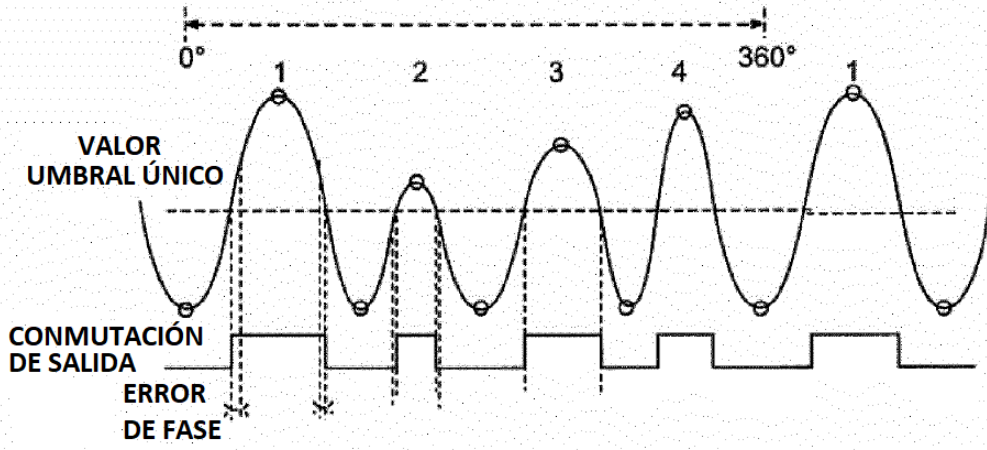


Fig. 1A

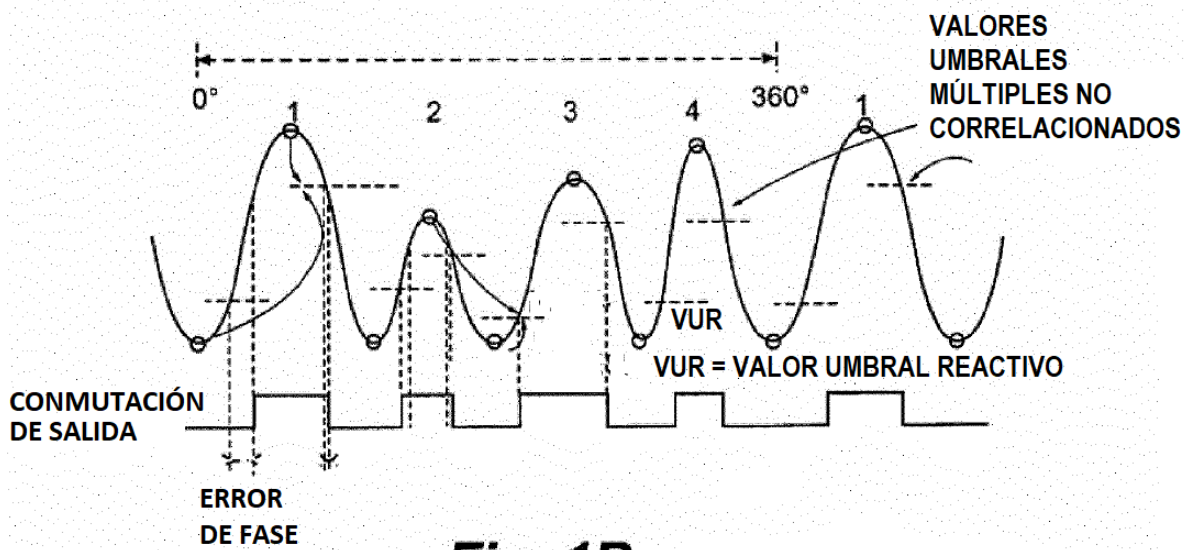


Fig. 1B

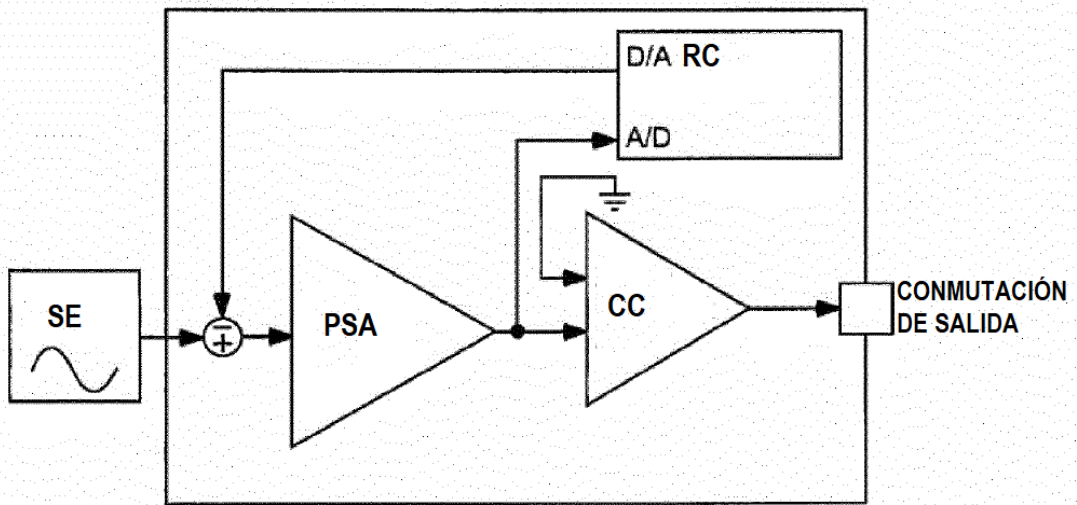


Fig. 2

CC: COMPARADOR DE CERO

PSA: PROCESADOR DE SEÑALES ANALÓGICAS

SE: SEÑAL DE ENTRADA

RC: REGULACIÓN DE COMPENSACIÓN

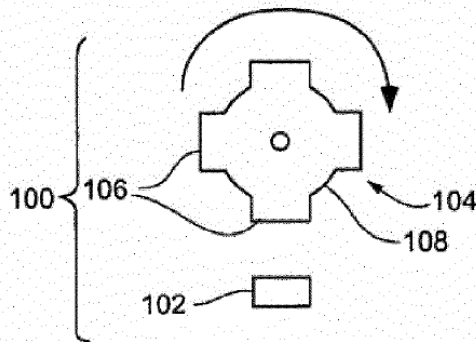


Fig. 3

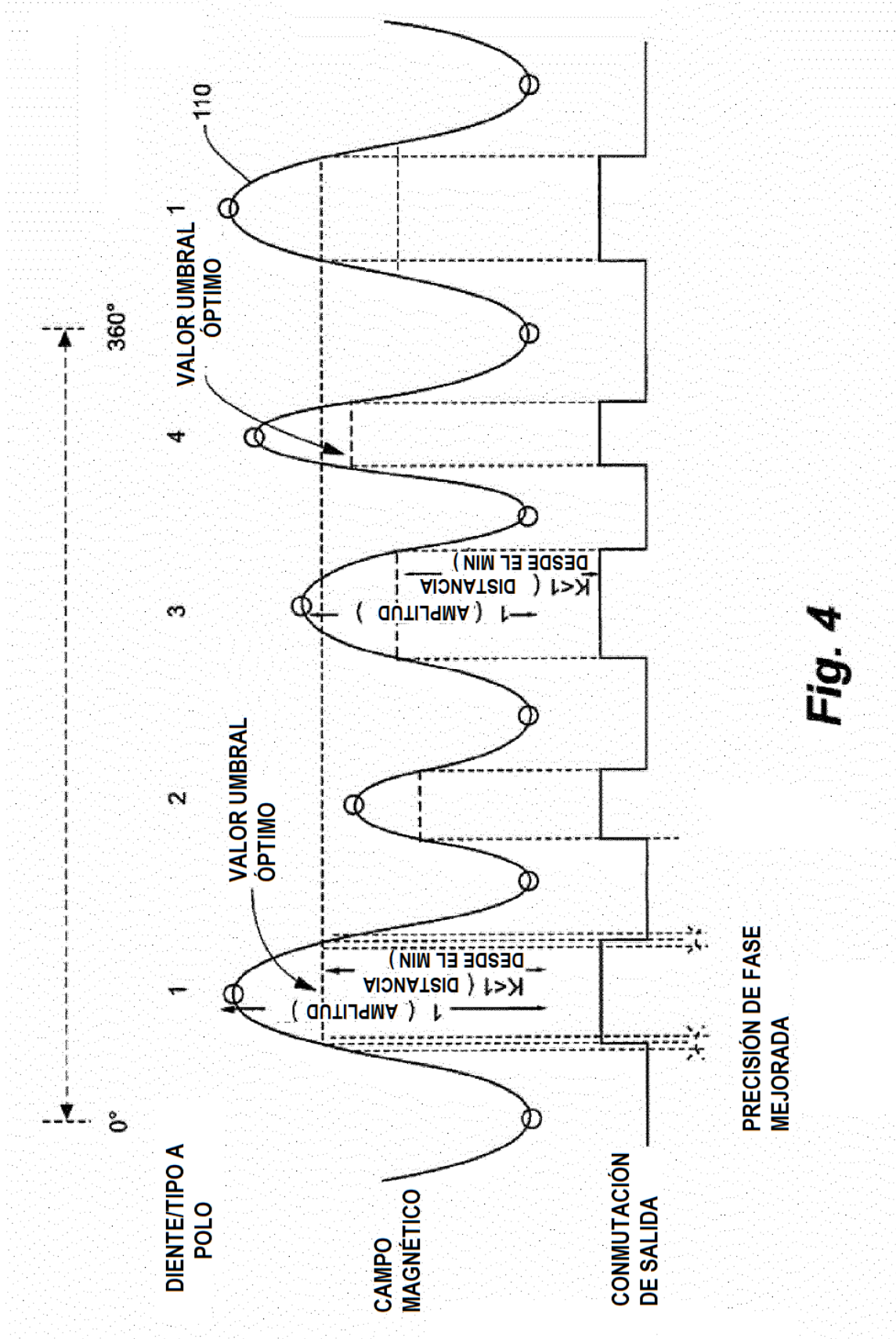
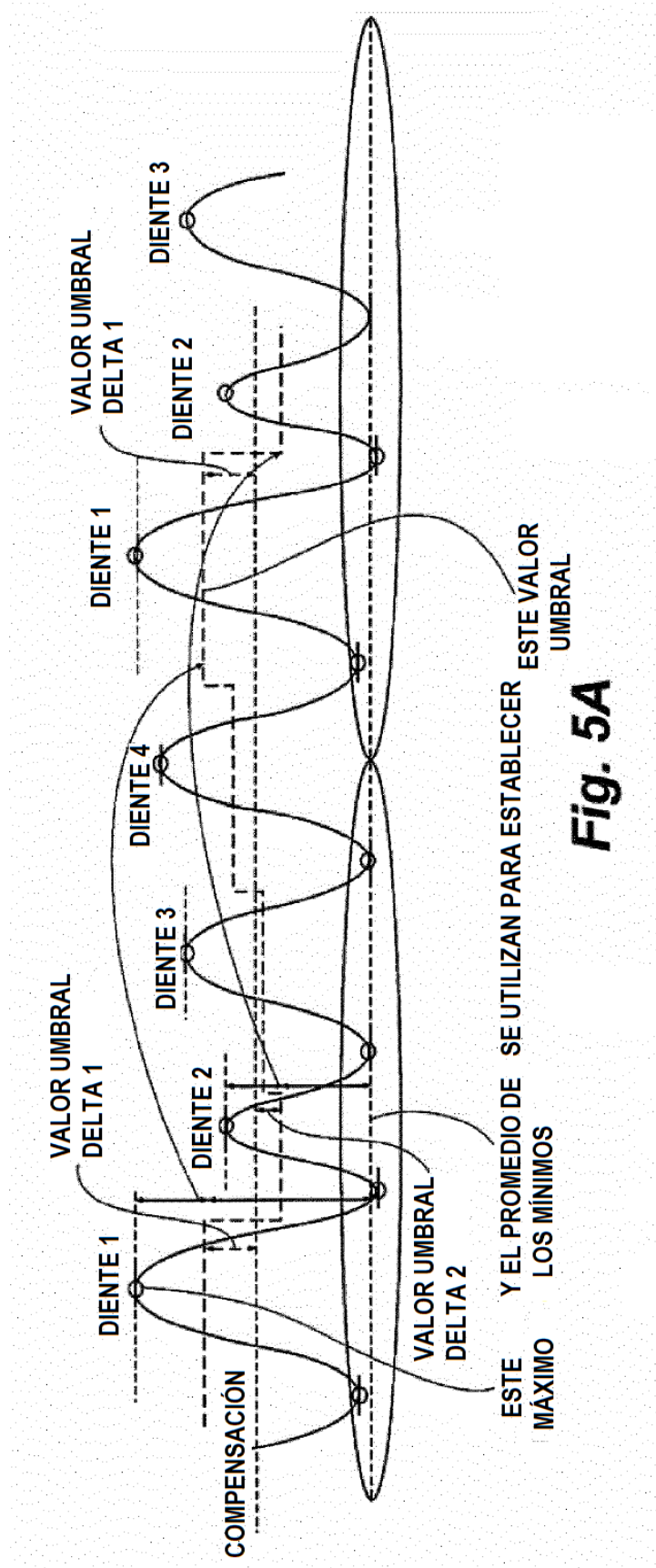


Fig. 4



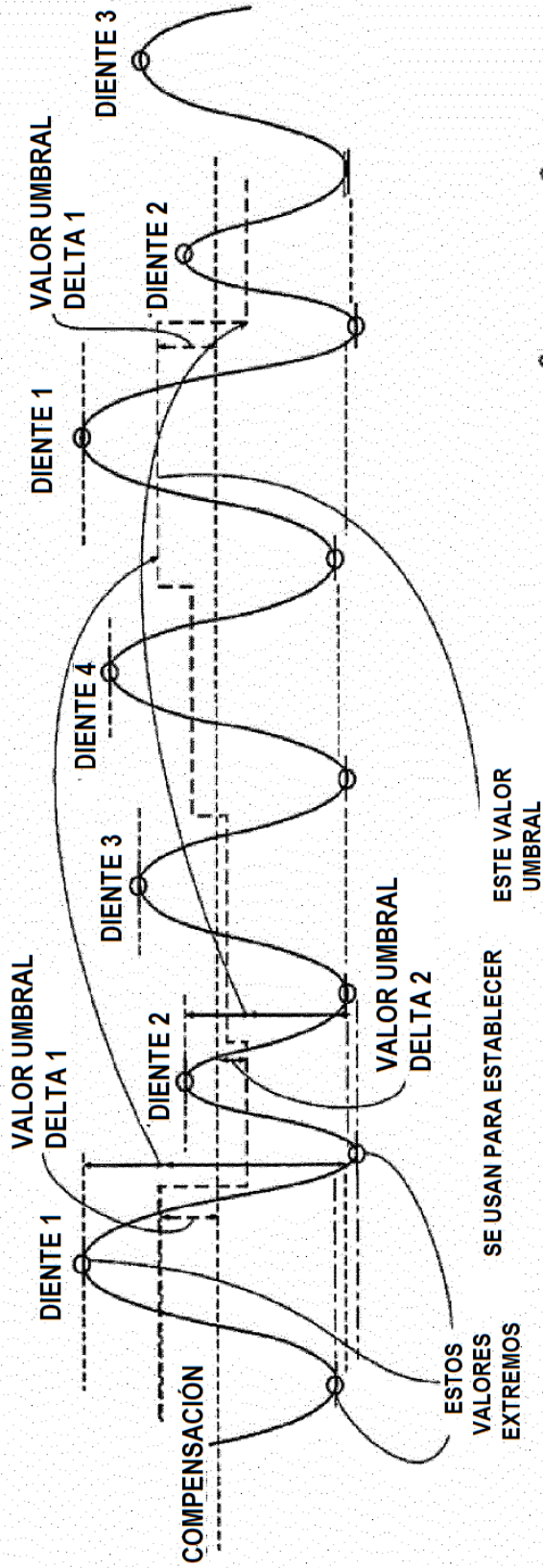


Fig. 5B

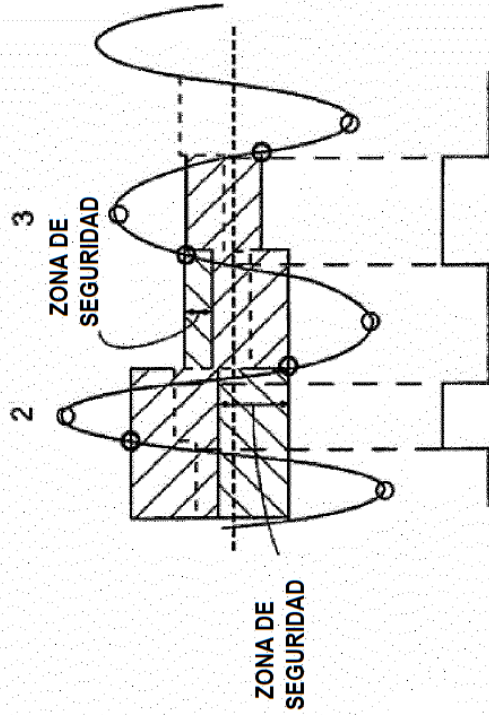


Fig. 5C

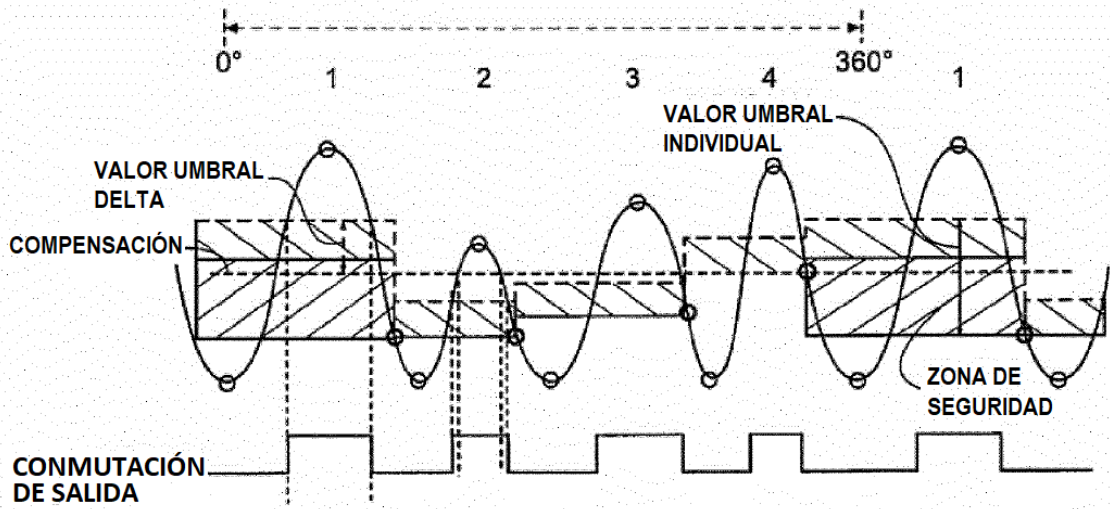


Fig. 6

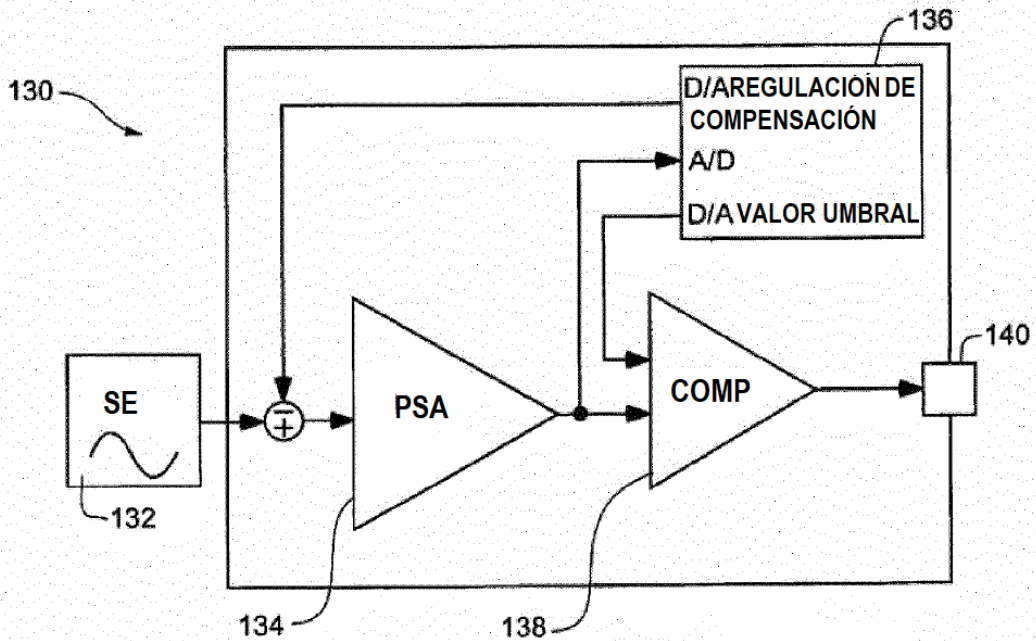


Fig. 7

COMP: COMPARADOR
 PSA: PROCESADOR DE SEÑALES ANALÓGICAS
 SE: SEÑAL DE ENTRADA

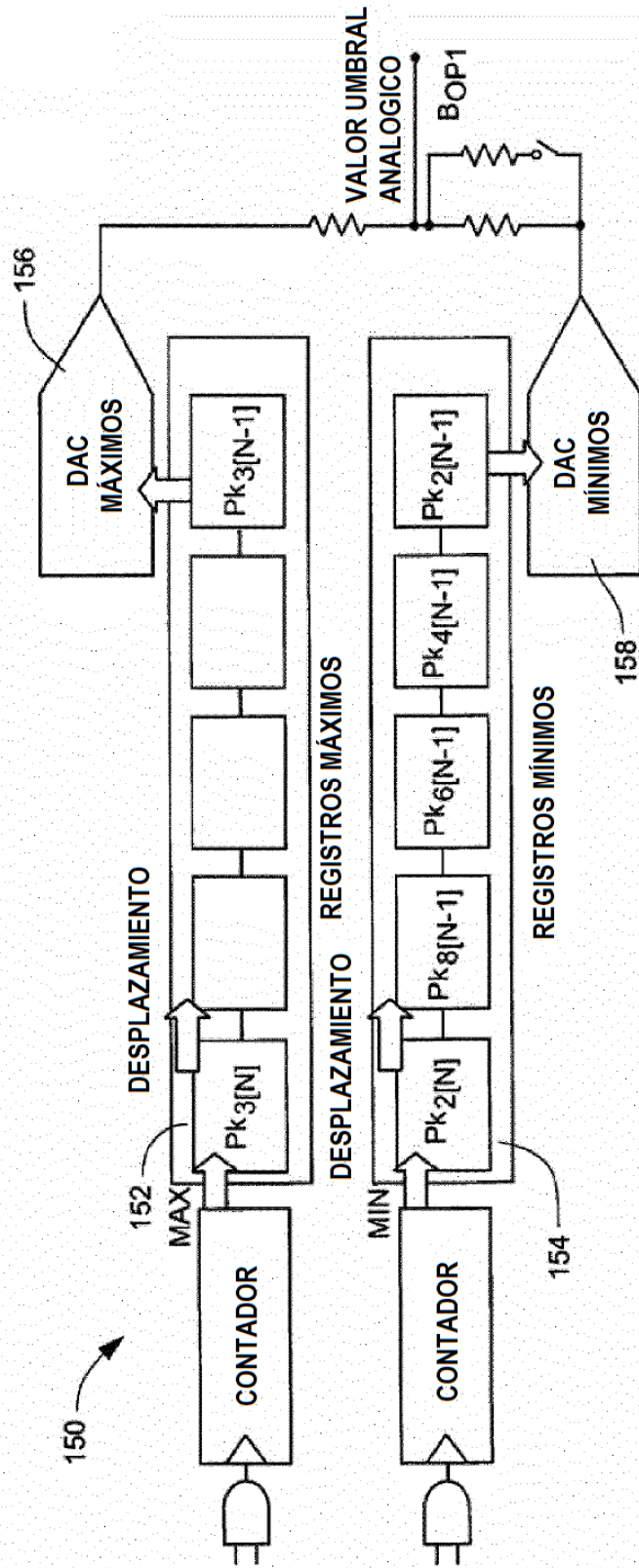


Fig. 8A

