



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 294 966**

② Número de solicitud: 200701317

⑤ Int. Cl.:  
**G01R 15/18** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **16.05.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2008**

Fecha de la concesión: **02.02.2009**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **16.02.2009**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente: **16.02.2009**

⑰ Titular/es: **PREMO, S.A.**  
**Conchita Supervía, 13**  
**08028 Barcelona, ES**

⑱ Inventor/es: **Colomer Navarro, Pau;**  
**Repecho del Corral, Víctor;**  
**Jerez Galdeano, Felipe;**  
**Velasco Quesada, Guillermo;**  
**Román Lumbreras, Manuel y**  
**Pérez Delgado, Raúl**

⑲ Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

⑳ Título: **Transductor de corriente de bajo consumo.**

㉑ Resumen:

Transductor de corriente de bajo consumo.

La invención se refiere a un sistema transductor de corriente continua y alterna empleando técnicas de compensación de flujo en el transformador de medida. La novedad del sistema presentado viene dada por la forma de realizar la compensación del flujo por el transformador de medida, mas concretamente por la naturaleza del circuito empleado para generar la corriente de compensación del flujo creado por la corriente a medir.

El subsistema electrónico generador de la corriente de compensación de flujo obedece a la topología de un ondulador o inversor en medio puente controlado mediante modulador de ancho de pulso, la utilización de esta técnica novedosa en esta aplicación permite un menor consumo del circuito electrónico.

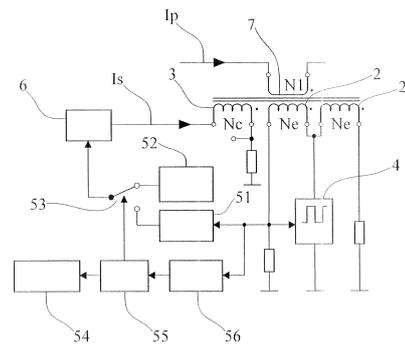


FIG.9

ES 2 294 966 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Transductor de corriente de bajo consumo.

5 La presente invención hace referencia a un transductor de corriente. Más en particular, la presente invención hace referencia a un transductor de corriente aplicable a la medida de intensidades de corriente.

10 La medida de intensidad en corriente alterna se viene haciendo con los tradicionales transformadores de intensidad, basados exclusivamente en principios electromagnéticos conocidos que obedecen a la ley de Faraday.

15 La estructura física de los transformadores tradicionales consiste en un núcleo toroidal con un devanado primario, en general de una espira formada por el propio conductor por el que pasa la corriente primaria a medir, y un devanado secundario arrollado sobre el núcleo toroidal.

20 La relación de transformación depende exclusivamente del número de espiras arrolladas al núcleo, que constituye el circuito secundario de medida.

25 El tipo de material magnético utilizado depende de la frecuencia de trabajo y de la aplicación específica del transformador, pudiendo ser chapa magnética para bajas frecuencias, ferrita para altas frecuencias, o bien otros materiales de bajas pérdidas y ciclos de histéresis especiales, como materiales amorfos o nanocristalinos.

30 La forma habitual de trabajo de estos transformadores es con el secundario en cortocircuito, o cargado sobre una resistencia de bajo valor que fije la tensión de medida sobre ella a un valor bajo, con objeto de evitar la saturación del circuito magnético.

35 Todos estos transformadores, debido al principio en el que se basan para hacer la medida de corriente, tienen en común la limitación consistente en la imposibilidad de hacer medidas de corriente continua.

40 La medida de corriente continua ha venido haciéndose tradicionalmente midiendo la caída de tensión en una resistencia calibrada, en serie con el circuito por el que pasa la corriente primaria, denominada shunt. Este sistema de medida tiene el grave inconveniente de que impide el aislamiento galvánico entre el circuito principal y el circuito de medida lo cual, en algunas ocasiones, es completamente inadmisibles.

45 Por lo tanto se plantea la necesidad de hacer la medida de corriente con precisión, desde baja frecuencia, incluida la corriente continua, hasta frecuencias elevadas, del orden de cientos de kHz, manteniendo el aislamiento galvánico entre el circuito principal y el de medida, según las normas aplicables en cada caso.

50 Los transductores de medida para este tipo de aplicaciones se fundamentan en la detección del valor del campo magnético, variable o no, que ha sido originado por la corriente primaria a medir, y que es proporcional a su valor.

55 Una forma conocida de realizar este tipo de transductores consiste en el uso de un núcleo magnético toroidal, con características magnéticas similares a las de los transformadores de corriente convencionales, pero abierto, es decir, el circuito magnético está cortado, existiendo un entrehierro de aire a través del cual pasa el campo magnético.

60 La parte del circuito magnético constituido por el núcleo magnético sirve exclusivamente para encaminar el campo magnético y es en el entrehierro de aire donde se realiza la medida.

65 En la zona del entrehierro se sitúa un elemento sensible a la presencia del campo magnético, de forma que la presencia de un campo magnético producirá una variación en alguna de sus características.

De entre las posibilidades de uso de elementos sensibles al campo magnético tenemos principalmente los sensores de efecto Hall y los magnetorresistivos.

El sensor Hall mide la tensión que aparece en un material semiconductor si existe un campo magnético perpendicular al plano del material y circula una corriente a lo largo de este material.

El sensor magnetorresistivo está basado en la variación de la resistencia eléctrica de ciertos materiales ante la presencia de un campo magnético.

60 En este tipo de transductores, la presencia de una corriente eléctrica a su través magnetiza el material en una dirección paralela al paso de la corriente eléctrica, de modo que la presencia de un campo magnético externo perpendicular altera la dirección de magnetización del material haciéndola rotar y modificando la resistencia eléctrica del material.

65 La presente invención hace referencia a un sistema basado en un sensor Flux-Gate, este sensor se basa en la detección del estado de saturación de un circuito magnético, constituido por material de alta permeabilidad, que está inmerso en el campo magnético generado por la corriente a medir.

## ES 2 294 966 B1

El material magnético es excitado por una señal que, en ausencia de campo magnético exterior, lleva al material a la saturación de forma simétrica, perdiéndose esta simetría con la presencia del campo magnético exterior.

5 La creación de un campo magnético compensador, mediante un devanado auxiliar que restaure la simetría del ciclo de histéresis y por lo tanto que anule el campo magnético creado por la corriente primaria a medir, es una medida proporcional a esta corriente primaria.

10 El sensor Flux-Gate, debido a que está constituido por material magnético e hilo conductor, es menos sensible a la temperatura que los sensores basados en materiales semiconductores, pudiendo trabajar a temperaturas mucho más elevadas y siendo al mismo tiempo mucho más robustos.

En este tipo de transductores, la medida de la magnitud sensible al campo magnético se puede hacer de dos modos:

15 - Medición directa o en lazo abierto, caracterizado porque la señal obtenida del transductor se amplifica y sirve como señal de medida proporcional a la corriente primaria a medir.

20 - Medida con compensación o en lazo cerrado, caracterizado por el uso de un devanado auxiliar que crea un campo magnético que se opone al principal, de modo que el sensor debe detectar el campo resultante nulo. El valor de la corriente necesaria para crear el campo compensador en el devanado auxiliar, es proporcional a la corriente primaria a medir.

El error en la medida de estos transductores es del orden del 3% en los sistemas que funcionan en lazo abierto (no compensados) y del 0,5% en los sistemas compensados.

25 La precisión alcanzada en la medida de corriente por un sistema Flux-Gate compensado es mucho mejor que en los sistemas basados en sensores de efecto Hall o magnetorresistivos, alcanzándose errores en la medida dos órdenes de magnitud inferiores a los basados en sensor semiconductor (<0,006%).

30 En el documento EP-0356171A se describe un sistema de medida de corriente por un conductor. El sistema está compuesto por un transformador compuesto de dos núcleos a los que se realizan dos arrollamientos respectivamente, a su vez estos dos núcleos están rodeados por un bobinado común, estando configurados estos bobinados de alimentación para transportar una corriente alterna y dispuestos para magnetizar los anillos con la misma fuerza magnetizante (H) pero en direcciones opuestas, y una bobina de detección conectado a un indicador de corriente, estando dispuesto el bobinado de detección para responder a la suma de los campos magnéticos en los dos anillos, en el que la magnitud de la corriente alterna suministrada a los bobinados de alimentación es suficientemente grande como para asegurar que la densidad del flujo magnético (B) en cada uno de los anillos varía de una forma no lineal con el valor instantáneo de la corriente alterna.

40 En el documento CH-419338 se describe un instrumento sin contactos físicos para medir corrientes eléctricas, e instrumentos similares se encuentran descritos en el documento DE-3940932.

45 Una técnica de compensación conocida para disponer de un dispositivo sensor de corriente es descrita en el documento ES 468912. En dicho documento se detalla un transformador de medida constituido por tres devanados, un primario y dos secundarios independientes que consiguen hacer trabajar al transformador a flujo nulo. Los dos devanados secundarios mencionados se disponen de forma tal que por uno de ellos se aporta la intensidad necesaria para inducir un flujo igual y contrario al inducido por el primario, mientras que el otro pone de manifiesto la no consecución de lo anterior, obligando al servo sistema a reaccionar en sentido contrario.

50 Un inconveniente de estos tipos de dispositivos es el elevado consumo energético, necesario para realizar la referida compensación.

55 Para solucionar dicho inconveniente, la invención da a conocer un dispositivo sensor de corriente continua y alterna y, más particularmente una técnica desarrollada para realizar la compensación de flujo magnético en el transformador de medida que minimiza el consumo.

En particular, la presente invención comprende un transductor de corriente, del tipo que comprende un transformador magnético que comprende, a su vez, tres devanados estando dispuestos de la siguiente forma:

- 60
- un primer devanado arrollado sobre un primer núcleo magnético toroidal
  - un segundo devanado arrollado sobre un segundo núcleo magnético toroidal, presentando el segundo devanado idéntico número de espiras que el primer devanado, y
  - 65 - un tercer devanado, o devanado de compensación, que abarca los dos núcleos magnéticos citados y medios para generar una corriente secundaria que recorre el devanado de compensación cuyo objetivo es compensar el flujo magnético creado por una corriente a medir que circula por los citados núcleos magnéticos,

## ES 2 294 966 B1

y que se caracteriza porque los citados medios comprenden un circuito electrónico que comprende un inversor en medio puente para generar la citada corriente de compensación y un controlador del inversor en medio puente que comprende a su vez un modulador de ancho de pulso.

5 Preferentemente, el circuito electrónico comprende, además, los siguientes elementos:

- un generador de señales cuadradas para energizar el primer y el segundo devanados, y
- un detector de simetría de la corriente que recorre el primer y el segundo devanados.

10

También preferentemente, el generador de señales cuadradas comprende un comparador con histéresis o trigger de Schmitt de tal manera que el generador de señales cambiará el valor de la tensión de su salida cuando la corriente que circula por el primer devanado supere un determinado valor.

15

Más preferentemente, el citado modulador de ancho de pulso está configurado para generar una tensión cuadrada de salida de valor medio proporcional al valor de entrada al modulador; y aún más preferentemente, el inversor en medio puente dispone de un comparador analógico que tiene como entradas una tensión de entrada y una tensión de salida, siendo la tensión de salida del comparador un valor determinado o el negativo de éste, en función del estado del comparador.

20

En realizaciones asimismo preferentes, los devanados primero y segundo se disponen de una forma constructiva idéntica.

25

La presente invención permite ventajosamente que el circuito electrónico y el núcleo magnético puedan encontrarse en unidades constructivas diferentes.

De esta manera, el transductor podrá comprender un blindaje metálico para evitar interferencias con otros dispositivos o con el conductor de una corriente a medir.

30

Para una mejor comprensión de la invención, se adjunta a título de ejemplo explicativo pero no limitativo, unos dibujos de una realización de la presente invención.

35

La figura 1 muestra un esquema general de un transductor de tipo conocido (transformador de medida) en el que se basa la presente invención.

40

La figura 2 muestra un esquema de una realización particular de la presente invención.

La figura 3 muestra un esquema de un circuito básico de un oscilador para una realización de la presente invención.

45

La figura 4 es un diagrama que muestra la tensión aplicada y la corriente por los devanados de excitación de situación de flujo nulo, la tensión aplicada y la corriente de excitación.

La figura 5 es un diagrama que muestra el desarrollo de señales en un modulador PWM.

50

La figura 6 muestra un esquema de una realización de driver del transductor de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de corriente por el bobinado de excitación principal, en situación de flujo nulo.

La figura 8 muestra otro diagrama de corriente posible en otra situación de flujo nulo.

55

La figura 9 muestra un esquema de realización de otra realización del transductor según la presente invención, con un lazo de control del detector de simetría.

60

El dispositivo de medida objeto de la presente invención está basado en el principio denominado Flux-Gate. Esta técnica se basa en la detección del nivel de saturación de un circuito magnético de un transformador, constituido por material de alta permeabilidad, que está atravesado por un conductor por el que circula una corriente (figura 1), dicha corriente se denomina corriente primaria ( $I_p$ ).

65

Sobre dicho transformador (figura 1) se hace circular una corriente secundaria ( $I_s$ ) con el fin de compensar el flujo magnético producido por la corriente primaria ( $I_p$ ), hasta alcanzar la condición de flujo cero. Cuando esta condición se alcanza, la corriente secundaria ( $I_s$ ) es una representación exacta de la corriente primaria ( $I_p$ ).

El detector de flujo cero basa su funcionamiento en un detector de simetría que usa dos núcleos de material magnético (núcleos de excitación) conectados a un generador de tensiones cuadradas (figura 2).

70

La corriente impuesta por el generador de tensiones cuadradas ha de garantizar la saturación de los núcleos de excitación, de esta forma el sistema operará en la condición de flujo cero cuando el valor medio de la corriente por los devanados de los núcleos sea nulo.

## ES 2 294 966 B1

Una diferencia entre los transformadores de corriente convencionales y el dispositivo de medida objeto de la presente invención, además de la incorporación de electrónica y la medida por compensación de flujo de este último, consiste en que en los primeros el núcleo magnético no debe saturar nunca, mientras que en estos últimos, incluso en el caso de corriente nula a medir, se está llevando al núcleo hasta la saturación en los dos sentidos y de forma alternativa.

5

El sistema está formado básicamente por:

a) Circuito magnético según la figura 1, compuesto de:

10

○ Dos núcleos toroidales idénticos (1), (1'), cada uno con un devanado denominados respectivamente devanado de excitación principal (2), y devanado de excitación secundaria (2'), presentando ambos devanados el mismo número de espiras: (N<sub>e</sub>).

15

○ Un devanado común o devanado de medida (3) que abarca y es común a los dos núcleos: su número de espiras se designa en esta explicación como (N<sub>c</sub>).

b) Circuito electrónico según la figura 2, que contiene los siguientes elementos:

20

○ Generador de señales cuadradas (4).

○ Detector de simetría (5).

○ Driver de salida para generar la corriente secundaria (6).

25

La disposición y conexión del circuito magnético es la que se muestra en la figura 1, de modo que los dos núcleos están recorridos por un devanado común (3) (N<sub>c</sub>) que es el de compensación del flujo primario y en el que se hace la medida de corriente secundaria, según la relación de transformación cuando el flujo primario se ha compensado.

30

Los devanados (2) y (2') (N<sub>ep</sub> y N<sub>ea</sub>) son idénticos, siendo también idénticos tanto en tamaño como en características los núcleos magnéticos sobre los que van arrollados.

35

El devanado de excitación principal (2) (N<sub>e</sub>) se utiliza para la excitación, hasta la saturación de modo simétrico en uno y otro sentido, del núcleo sobre el que está arrollado. La señal necesaria para conseguirlo es una onda de tensión cuadrada que se obtiene de un circuito electrónico destinado a tal fin (figura 2).

40

Con objeto de evitar la influencia de esta señal de excitación sobre el flujo primario originado por la corriente a medir (I<sub>s</sub>), se dispone un segundo núcleo idéntico al de excitación principal y con el mismo número de espiras (N<sub>e</sub>) denominado devanado de excitación auxiliar (2) y que, excitado por la misma señal que el devanado principal, crea un flujo igual y de sentido contrario, de modo que el flujo resultante en el interior de los dos núcleos debido a las señales de excitación sea nulo.

Así pues el único flujo existente en el interior de los dos núcleos será originado por la corriente primaria (I<sub>p</sub>) al pasar por el bobinado primario (7) (N<sub>1</sub>).

45

La corriente que debe circular por el devanado (3) común a los dos núcleos (N<sub>c</sub>) para compensar el flujo primario, es una medida proporcional a la corriente primaria, esta relación dependerá del número de espiras de este devanado común. Esta relación de transformación es, como en un transformador convencional de corriente alterna, exclusivamente dependiente del número de espiras:

50

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{1}{N_c}$$

55

Este sistema de medida trabaja, como se ha descrito anteriormente, bajo el principio de la compensación del flujo primario y, por lo tanto, es necesario generar la corriente necesaria para dicha compensación, además de las señales a aplicar de los dos núcleos magnéticos de excitación.

60

Para tal fin se dispone de un circuito electrónico descrito según el diagrama de bloques de la figura 2. En este circuito se encuentran representados los bloques principales que integran el sistema de medida.

65

Todo el sistema electrónico de control se encuentra alojado en un receptáculo que se encuentra lo mas alejado del transformador de medida. La propia disposición de la electrónica alejada del núcleo y el posible blindaje de la unidad electrónica por separado ofrece una importante mejora con referencia a dispositivos existentes en el mercado siendo así una innovación importante en el campo de los transductores de corriente.

## ES 2 294 966 B1

### - Oscilador (4)

Se encarga de generar una onda cuadrada simétrica que se aplicará a los dos devanados de excitación (2), (2') (Nep y Nea), para llevarlos a la saturación, de modo que los flujos creados por ambos devanados sean iguales y opuestos.

Este subsistema, preferentemente, se basa en un circuito comparador con histéresis (o trigger de Schmitt) inversor que cambiará el valor de la tensión de su salida cuando la corriente que circule por el devanado de excitación principal supere un determinado valor umbral.

De esta forma se incluye el componente magnético de medida en el circuito oscilador, lo que implica que las características eléctricas de este componente influirán en la frecuencia de oscilación a la que trabajará el circuito generador de señales cuadradas.

El esquema teórico de este tipo de osciladores se muestra en la figura 3. En este circuito se aplica a la asociación serie RL (donde -L- corresponde a la inductancia de los devanados de excitación) una tensión constante e igual a la tensión de saturación del amplificador operacional. Esta tensión provocará el aumento de la corriente por la bobina llevando al núcleo a su saturación, lo que implicará un aumento mayor de la corriente por el inductor.

El valor de la corriente se mide como tensión en bornes de la resistencia (R), y esta tensión se compara con el umbral fijado por las resistencias  $R_A$ ,  $R_B$  y la tensión de saturación del amplificador operacional. Cuando este umbral es rebasado el comparador cambia el signo de la tensión de salida, repitiéndose el proceso para el sentido contrario de la corriente por el inductor.

La figura 4 muestra un cronograma de la evolución teórica de las tensiones mencionadas donde se representa la tensión (12) en la resistencia R (proporcional a la corriente de excitación) y la tensión (11) en la salida del amplificador operacional. En el diagrama t se refiere al tiempo. T, al periodo de las señales y  $V_{SAT}$  es la tensión de saturación, positiva o negativa.

El circuito de driver para aplicar la tensión cuadrada a los devanados de excitación consiste en un inversor en medio puente integrado que utiliza transistores de efecto de campo.

### Driver de salida (5)

Este circuito de driver es el que se utiliza para generar la corriente que circulará por el devanado (3) de compensación (Nc). Para su implementación se dispone de un amplificador conmutado o clase D. Estos amplificadores presentan la ventaja de su alto rendimiento frente a las etapas amplificadoras lineales, aunque añaden la distorsión armónica propia de la frecuencia de conmutación utilizada para su funcionamiento.

Se basa en un inversor en medio puente discreto controlado mediante un circuito modulador de ancho de pulso (Pulse Width Modulation, PWM), que genera una tensión cuadrada de salida de valor medio proporcional al valor de la tensión de entrada al modulador ( $V_{in}$ ).

El modulador de ancho de pulso consiste en un comparador analógico (7) que compara la tensión de entrada  $V_{in}$  (conocida también como señal moduladora) con una tensión de referencia  $V_{ref}$  (también conocida como señal portadora), la señal de salida  $V_o$  del comparador será la tensión positiva o negativa de alimentación del amplificador operacional ( $+V_{DD}$  o  $-V_{DD}$ ) en función del resultado de la comparación, tal y como se muestra en la figura 5.

El uso de esta técnica para generar la corriente del devanado de compensación es una innovación principal de la presente invención, en los sistemas anteriores es conocido el uso de un amplificador lineal para producir esta corriente compensadora. El esquema teórico del driver propuesto se muestra en la figura 6.

La señal cuadrada de salida del modulador PWM se aplica al devanado de compensación (3) a través de un driver de corriente (6) construido en base a un circuito inversor de medio puente.

La inductancia del propio devanado de compensación filtrará la corriente que circulará por él, de forma que la tensión de salida del sistema  $V_{out}$  (que una medida de la corriente por el devanado de compensación) será proporcional a la tensión de entrada.

Como tensión de referencia se utiliza preferentemente una señal triangular de frecuencia 100 kHz, lo que implica el uso de un circuito comparador de alta velocidad, capaz de generar señales cuadradas en su salida de este rango de frecuencias.

La señal triangular de referencia se genera mediante un oscilador basado en la carga-descarga a corriente constante de un condensador. Los amplificadores operacionales utilizados en este oscilador presentan un ancho de banda suficientemente elevado para garantizar la baja distorsión de la señal triangular generada.

## ES 2 294 966 B1

La salida del inversor en medio puente se conecta al devanado de compensación del medidor a través de un filtro LC para disminuir el rizado de la tensión aplicada al devanado y el posible rizado que pueda aparecer en la corriente de compensación.

### 5 - *Detector de simetría (5)*

El objetivo de este último subsistema es el de detectar las asimetrías que se producen en la corriente que circula por el devanado de excitación principal cuando circula una corriente primaria de valor distinto de cero.

10 En ausencia de corriente primaria, el valor medio de la corriente de excitación es nulo, y el efecto producido por la circulación de una corriente primaria es la aparición de un valor medio distinto de cero y de signo dependiente del sentido de circulación de la corriente primaria.

15 El aspecto que toma la corriente de excitación cuando la corriente de primario no es nula se muestra en las figuras 7 y 8. En dichas figuras se muestran dos casos en que la corriente primaria es del mismo valor pero de sentido distinto.

20 Es necesario un sistema de control que imponga el valor necesario de la corriente del devanado de compensación (3) para conseguir que la corriente del devanado de excitación principal (2) tenga valor medio nulo, este sistema puede implementarse mediante un control proporcional-integral (51) (control PI).

25 Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de medida cuando a su puesta en marcha ya está circulando una corriente primaria ( $I_p$ ) de valor moderado (por encima de los 10A) se implementa un segundo lazo de control que garantice que se alcance la condición de flujo cero con independencia del valor que pueda tomar la corriente primaria a la puesta en marcha del equipo. Este nuevo lazo también aumenta la robustez del sistema ante posibles situaciones en que presente un mal funcionamiento transitorio, ya que garantiza que se alcanzarán de nuevo las condiciones de equilibrio.

30 Este segundo lazo se basa en la propiedad de que la frecuencia de la corriente de excitación principal es de alta frecuencia cuando el sistema no está compensado, cuando por el contrario, es de baja frecuencia cuando el sistema opera en las proximidades del punto de flujo cero.

Este lazo incorpora un oscilador de señal triangular de baja frecuencia (52), un detector de frecuencia para la corriente de excitación principal y un conmutador analógico (53) controlado por el sistema detector de frecuencia.

35 Mientras que el sistema de medida no opere en condiciones de flujo cero la entrada del modulador PWM que controla la generación de la corriente de compensación ( $I_s$ ) estará conectada al generador (52) de señales triangulares de baja frecuencia. Esta señal garantizará que en algún momento se alcanzará un valor de corriente por el devanado de compensación (3) próximo al necesario para alcanzar la condición de flujo cero.

40 Cuando esto ocurra, la frecuencia de la corriente de excitación principal disminuirá, situación que será detectada para conectar a la entrada del modulador PWM (6) el controlador PI (51).

En la figura 9 se muestra un diagrama de bloques del lazo de control.

45 También se ha aprovechado este segundo lazo de control para generar una señal de medida válida. El indicador de medida válida (53) se activará cuando el detector de pico (55) detecte a través de un filtro pasa banda (56) que la corriente por el devanado de excitación principal (2) es de baja frecuencia, efecto que se producirá cuando el sistema funcione en condiciones de flujo cero.

50 Si bien la invención se ha descrito con respecto a ejemplos de realizaciones preferentes, éstos no se deben considerar limitativos de la invención, que se definirá por la interpretación más amplia de las siguientes reivindicaciones.

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Transductor de corriente, del tipo que comprende un transformador magnético que comprende, a su vez, tres devanados estando dispuestos de la siguiente forma:

- un primer devanado arrollado sobre un primer núcleo magnético toroidal
- un segundo devanado arrollado sobre un segundo núcleo magnético toroidal, presentando el segundo devanado idéntico número de espiras que el primer devanado, y
- un tercer devanado, o devanado de compensación, que abarca los dos núcleos magnéticos citados y medios para generar una corriente secundaria que recorre el devanado de compensación cuyo objetivo es compensar el flujo magnético creado por una corriente a medir que circula por los citados núcleos magnéticos,

15 **caracterizado** porque los citados medios comprenden un circuito electrónico que comprende un inversor en medio puente para generar la citada corriente de compensación y un controlador del inversor en medio puente que comprende a su vez un modulador de ancho de pulso.

20 2. Transductor, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el circuito electrónico comprende, además, los siguientes elementos:

- un generador de señales cuadradas para energizar el primer y el segundo devanados, y
- un detector de simetría de la corriente que recorre el primer y el segundo devanados.

25 3. Transductor, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el generador de señales cuadradas comprende un comparador con histéresis o trigger de Schmitt de tal manera que el generador de señales cambiará el valor de la tensión de su salida cuando la corriente que circula por el primer devanado supere un determinado valor.

30 4. Transductor, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el citado modulador de ancho de pulso está configurado para generar una tensión cuadrada de salida de valor medio proporcional al valor de entrada al modulador.

35 5. Transductor, según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el inversor en medio puente dispone de un comparador analógico que tiene como entradas una tensión de entrada y una tensión de salida, siendo la tensión de salida del comparador un valor determinado o el negativo de éste, en función del estado del comparador.

40 6. Transductor, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque los devanados primero y segundo se disponen de una forma constructiva idéntica.

7. Transductor, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el circuito electrónico y el núcleo magnético se encuentran en unidades constructivas diferentes.

45 8. Transductor, según la reivindicación 7, **caracterizado** porque comprende un blindaje metálico para evitar interferencias con otros dispositivos o con el conductor de una corriente a medir.

50

55

60

65

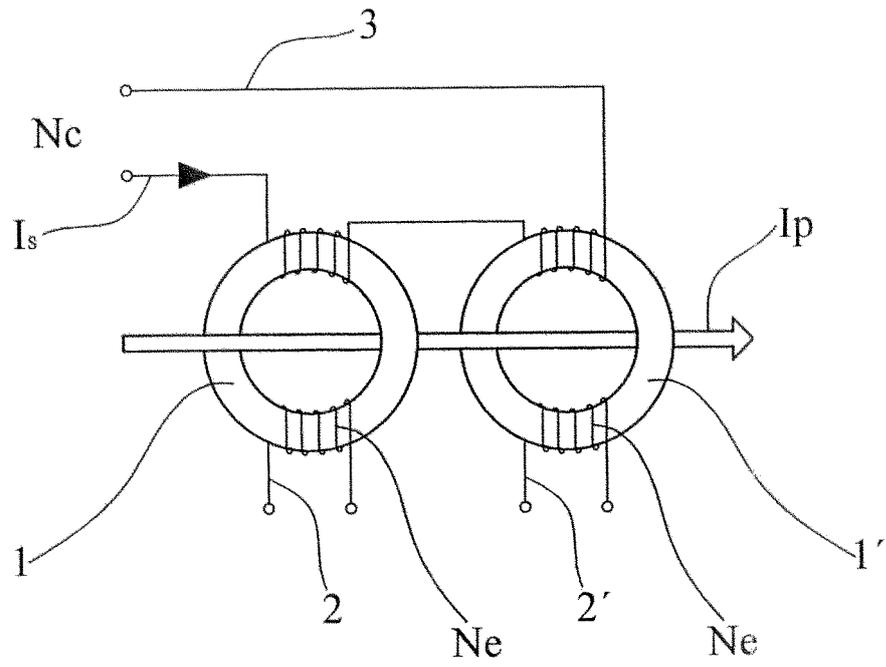


FIG.1

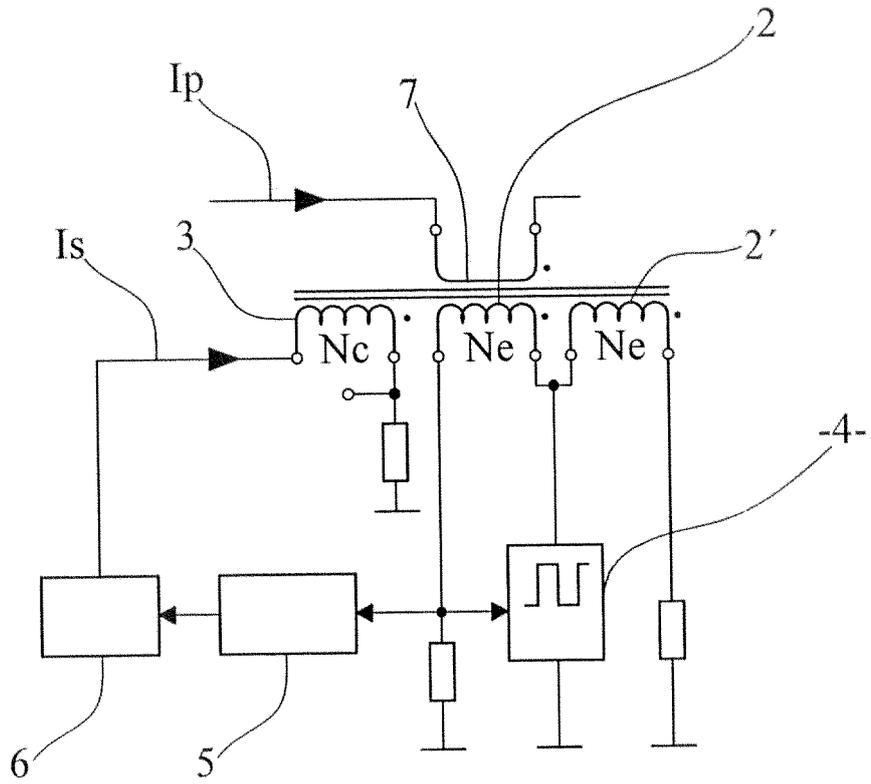


FIG.2

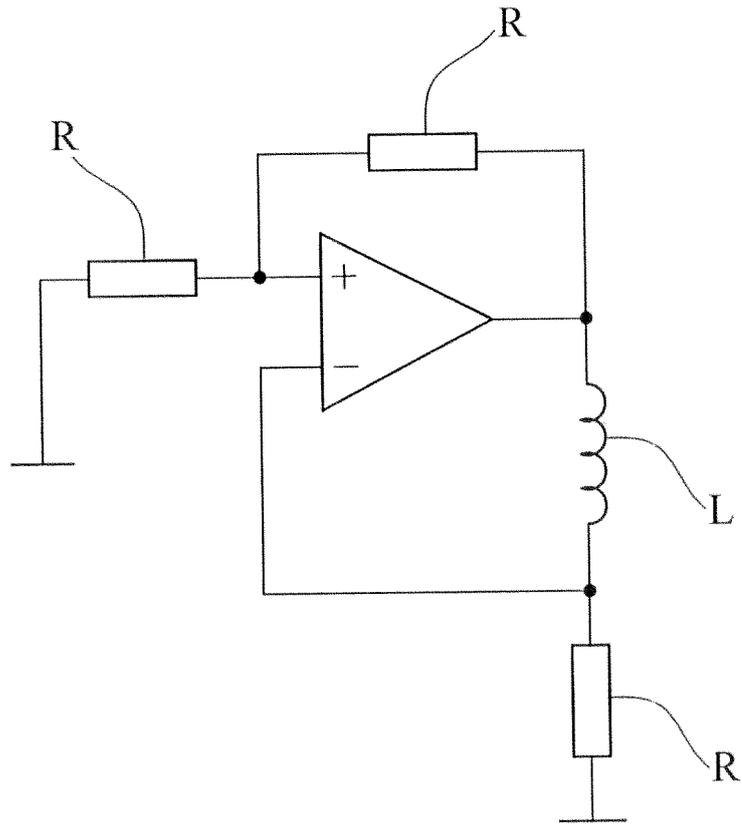


FIG.3

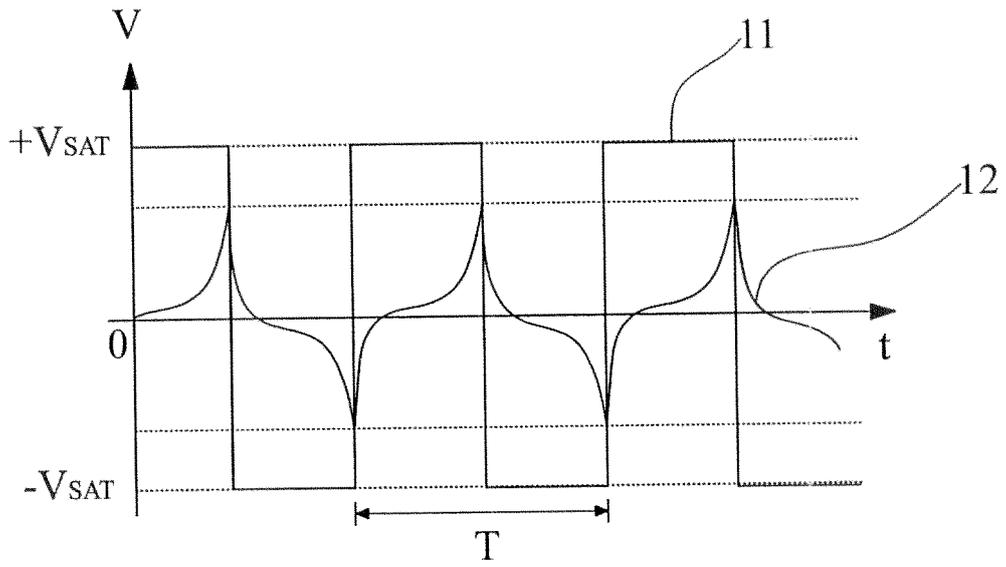


FIG.4

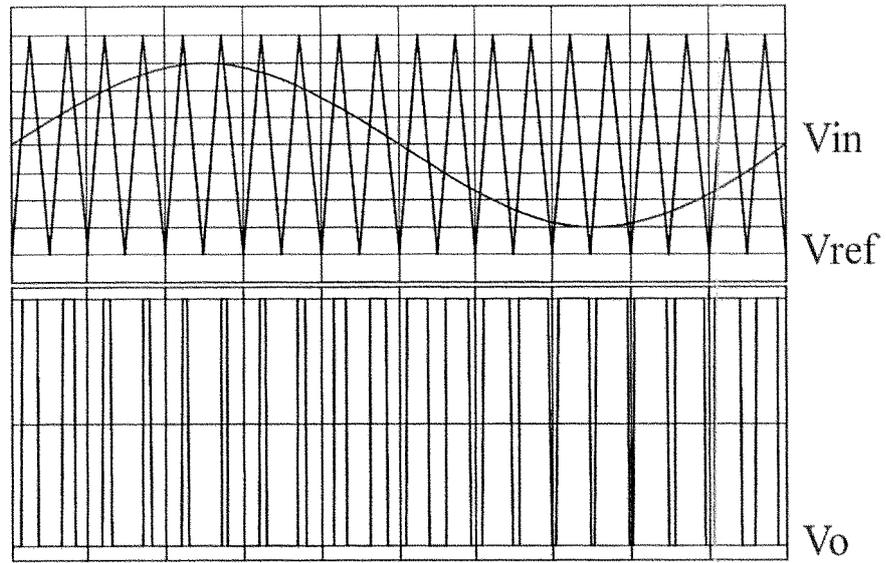


FIG.5

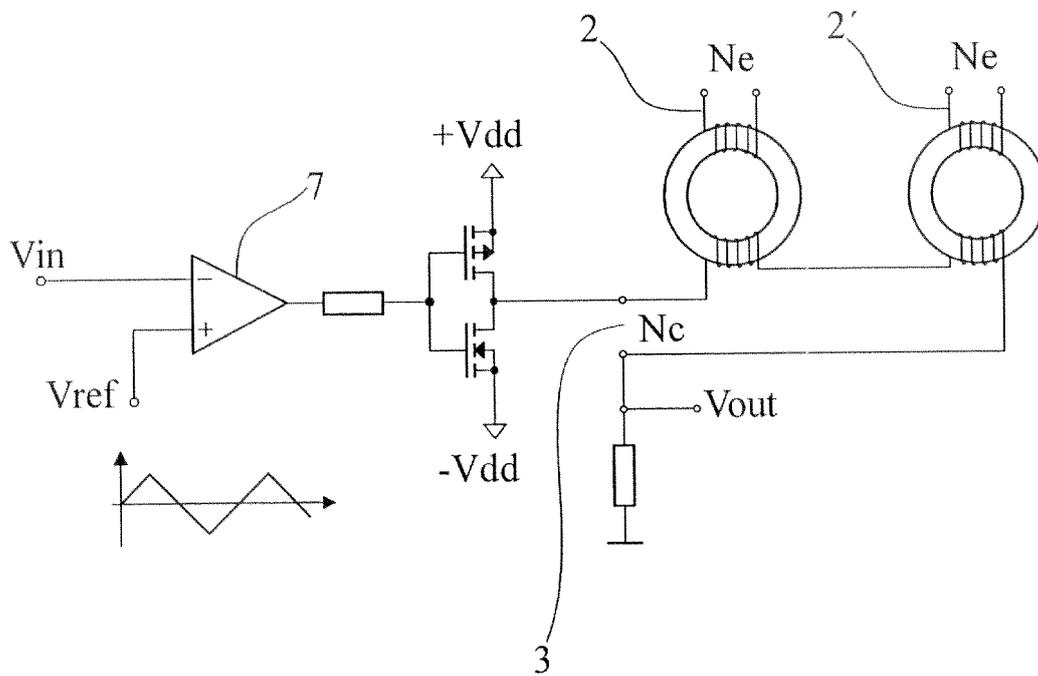


FIG.6

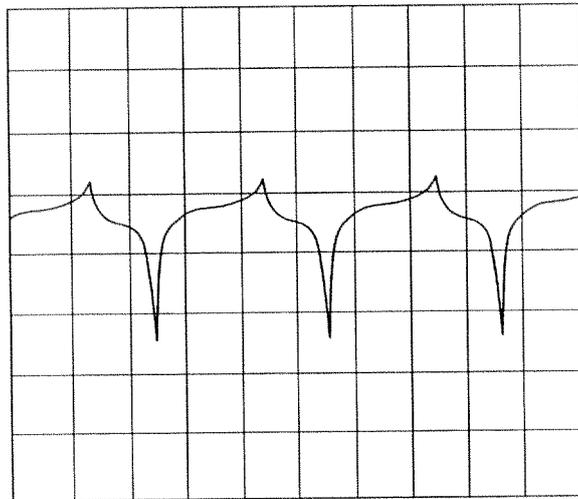


FIG.7



FIG.8

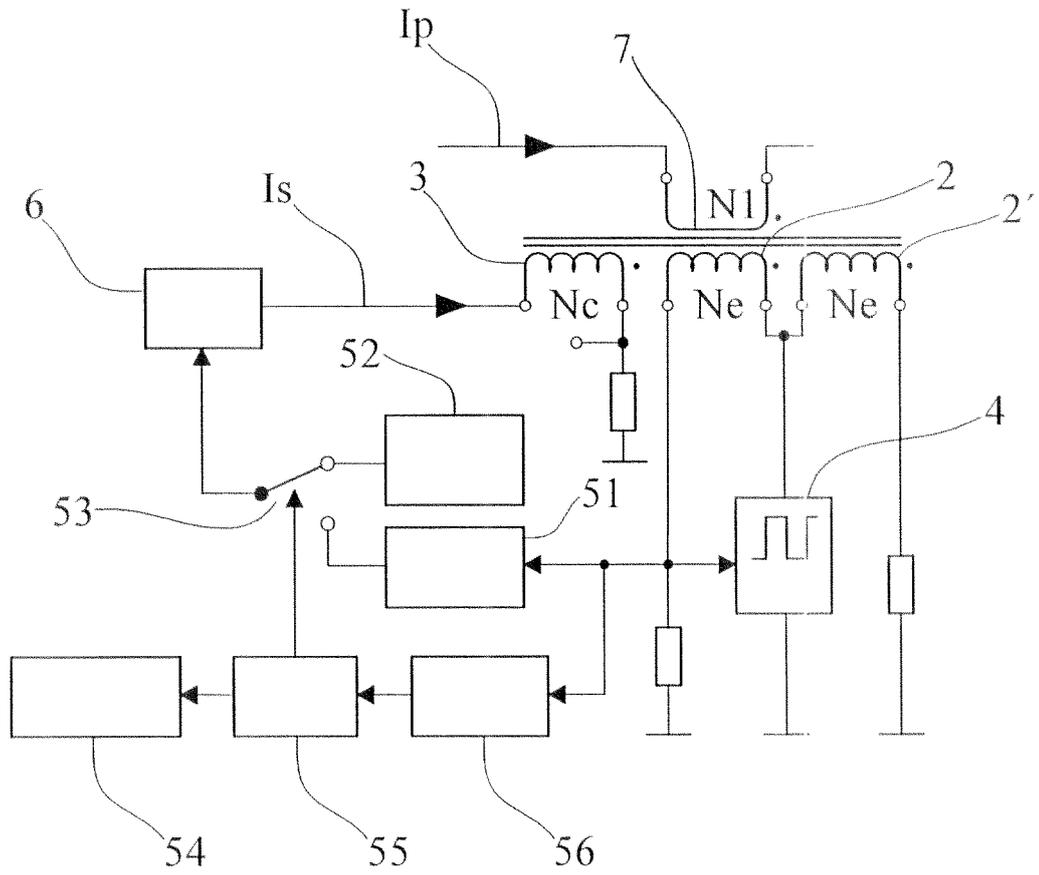


FIG.9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 294 966

② Nº de solicitud: 200701317

③ Fecha de presentación de la solicitud: 16.05.2007

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: G01R 15/18 (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	DE 1946608 A1 (VEB STARKSTROM) 18.03.1971, figuras; resumen.	1 2-8
X A	US 3490042 A1 (DARROW) 13.01.1970, columna 2, línea 20 - columna 4, línea 6.	1 2-8
Y	FR 2753594 A1 (SOCIETE D'APPLICATIONS GENERALES DE ELECTRICITE ET DE MECANIQUE SAGEM) 20.03.1998, página 5, línea 21 - página 6, línea 26.	1-8
Y	FR 2744529 A1 (ROBERT JEAN) 08.08.1997, página 4, línea 35 - página 6, línea 30.	1-8

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

11.03.2008

Examinador

L. García Aparicio

Página

1/1