

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 153**

51 Int. Cl.:

G01R 15/24 (2006.01)

H01F 27/36 (2006.01)

H01F 5/00 (2006.01)

G01R 15/18 (2006.01)

H01F 38/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2007 E 07854441 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2084721**

54 Título: **Conjunto de bobina de Rogowski blindado y métodos**

30 Prioridad:

06.11.2006 US 593239

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

04.11.2015

73 Titular/es:

**COOPER TECHNOLOGIES COMPANY (100.0%)
600 TRAVIS STREET, SUITE 5800
HOUSTON, TX 77002, US**

72 Inventor/es:

KOJOVIC, LJUBOMIR A.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 550 153 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

Conjunto de bobina de Rogowski blindado y métodos

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere en general a sistemas de potencia eléctrica y, más en concreto, a dispositivos para medir la corriente a través de un conductor eléctrico.

10 Las bobinas de Rogowski proporcionan un medio fiable de detectar o medir el flujo de corriente en un punto dado en un sistema eléctrico. La corriente que fluye a través de un conductor genera un campo magnético que, a su vez, induce una tensión en la bobina. Usando la señal de salida de tensión de la bobina, pueden calcularse las condiciones de corriente reales en el conductor. Con la aparición de los equipos de protección y de medición basados en microprocesadores, capaces de calcular la corriente, las bobinas de Rogowski se están volviendo una alternativa atractiva a los dispositivos de medición de corriente convencionales.

15 El documento US 2002/125877A divulga un sistema para procesar salidas a partir de unas bobinas que están ubicadas en torno a un conductor para reducir el ruido, usando un amplificador diferencial o sumador.

20 La presente invención proporciona un conjunto de bobina de Rogowski de acuerdo con la reivindicación 1 y un método relacionado de acuerdo con la reivindicación 11.

25 El documento US 2004/0140879 A1 divulga un transformador que comprende un núcleo de sonda cerrado que consiste en un material magnético dulce, una bobina de sonda, por lo menos parte de la cual está devanada en torno al núcleo de sonda, un núcleo de compensación cerrado que consiste en un material magnético dulce, y una bobina de compensación, por lo menos parte de la cual está devanada en torno al núcleo de sonda y el núcleo de compensación. El núcleo de sonda y el núcleo de compensación están dispuestos uno en relación con otro de una forma tal que un conductor, que porta una corriente de medición, puede ser guiado a través del núcleo de sonda y el núcleo de compensación.

30 El documento US 2005/0248430 A1 divulga un transformador que comprende por lo menos dos circuitos parciales, comprendiendo cada uno un devanado de tipo Rogowski, estando realizado cada uno de dichos circuitos parciales en forma de porción angular de un circuito completo que rodea por lo menos un conductor de primario del transformador a lo largo de 360°. El devanado de cada circuito parcial está constituido por un devanado de ida y por un devanado de retorno que se extienden a lo largo de a extensión angular del circuito parcial. Para cada circuito parcial, los devanados de ida y de retorno están conectados eléctricamente en serie, teniendo ambos unas espiras que están devanadas en el mismo sentido con el fin de formar un único devanado que presenta un par de terminaciones eléctricas adyacentes que están conectadas con un sistema de adquisición:

40 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra unos principios de operación de una bobina de Rogowski.

45 Las figuras 2A y 2B ilustran unas realizaciones de una bobina de Rogowski con dos lazos eléctricos para cancelar campos magnéticos externos.

La figura 3 ilustra un principio de diseño de bobina de Rogowski.

50 La figura 4 ilustra un diseño de bobina de Rogowski de PCB.

Las figuras 5A y 5B ilustran unas realizaciones de unas bobinas de Rogowski con un blindaje convencional.

55 Las figuras 6A y 6B ilustran unas realizaciones de un blindaje de interconexión convencional para las bobinas de Rogowski.

Las figuras 7A y 7B ilustran un blindaje convencional para unas bobinas de Rogowski que se fabrican a partir de placas de circuito impreso.

60 La figura 8 ilustra una primera realización de un conjunto de bobina de Rogowski blindado de acuerdo con la presente invención.

La figura 9 ilustra una segunda realización de un conjunto de bobina de Rogowski blindado de acuerdo con la presente invención.

65 La figura 10 ilustra una tercera realización de un conjunto de bobina de Rogowski blindado de acuerdo con la presente invención.

La figura 11 ilustra una cuarta realización de un conjunto de bobina de Rogowski blindado de acuerdo con la presente invención.

5 La figura 12A ilustra un algoritmo de efectos de ruido para minimizar la transmisión de ruido en una interconexión de bobina de Rogowski.

La figura 12B ilustra un algoritmo de efectos de ruido para determinar el ruido para una interconexión de bobina de Rogowski.

10 Descripción detallada de la invención

Los sistemas de generación eléctrica y de transmisión de potencia por lo general incluyen un número de dispositivos de protección para proteger componentes y equipos frente a sobretensiones y sobrecorrientes potencialmente dañinas. Tales dispositivos de protección incluyen, entre otras cosas, dispositivos de relé que abren y cierran unas porciones del sistema en respuesta a las condiciones operativas reales. Una operación con éxito de los dispositivos de protección de red en un sistema de distribución de potencia depende, por supuesto, de una detección y una medición precisas de las condiciones operativas. Los equipos basados en microprocesadores, tales como dispositivos de relé digitales, se están usando cada vez más en los sistemas de potencia eléctrica, pero son propensos a unas mediciones de corriente imprecisas debido a las condiciones de ruido ambiente y los campos magnéticos que son generados por los conductores y equipos cercanos. Para superar estas y otras desventajas de los dispositivos de bobina de Rogowski existentes y los sistemas asociados, se proporcionan unas realizaciones a modo de ejemplo de conjuntos de bobina de Rogowski blindados y métodos para mitigar los efectos del ruido de acuerdo con la presente invención.

25 Para una plena apreciación de los aspectos inventivos de realizaciones a modo de ejemplo de la invención que se describe en lo sucesivo, la divulgación en el presente documento estará dividida en secciones. En la Parte I se analizan en primer lugar la construcción y la operación básicas de unas bobinas de Rogowski. En la Parte II se analizarán estructuras de blindaje magnético convencionales para las bobinas de Rogowski. En la Parte III se analizarán conjuntos de bobina de Rogowski blindados de acuerdo con la presente invención. En la Parte IV se divulgan unos algoritmos y métodos para detectar y minimizar el ruido en las superficies de contacto de bobina de Rogowski.

I. Introducción a las bobinas de Rogowski

35 Tal como se ilustra en la figura 1, una Rogowski 100 se fabrica en general a partir de un conductor 102, que puede fabricarse a partir de hilo, que está enrollado o devanado sobre un núcleo no magnético, el cual puede ser, por ejemplo, aire o un material no magnético. La bobina 102 puede estar colocada en torno a un conductor o conductores 104 cuyas corrientes van a medirse con la bobina 102. Una corriente de primario que fluye a través del conductor 104 genera un campo magnético que, a su vez, induce una tensión en la bobina 102. Una salida de tensión $v(t)$ de la bobina 102 viene regida por la siguiente ecuación:

$$v(t) = -\mu_o\mu_r nS \frac{di(t)}{dt} = -M \frac{di(t)}{dt} \quad (1)$$

45 en la que μ_o es la permeabilidad magnética del vacío, μ_r es la permeabilidad relativa (la relación de la permeabilidad de la bobina 102 con respecto a la permeabilidad del vacío μ_o), n es la densidad de devanado (espiras por unidad de longitud), S es el área en sección transversal del núcleo en la bobina de Rogowski, y M representa la reactancia mutua o el acoplamiento mutuo entre la bobina 102 y el conductor 104.

50 Para una bobina de Rogowski ideal 102, M es independiente de la ubicación del conductor 104 en el interior de la bobina 102. Como es evidente a partir de la ecuación 1, la tensión de salida de bobina de Rogowski $v(t)$ es proporcional a la tasa de cambio de la corriente $i(t)$ medida que fluye en el conductor 104. Por lo tanto, la tensión de salida de bobina $v(t)$ por lo general se integra para determinar la corriente $i(t)$ en el conductor 104.

55 Para evitar una influencia no deseable de un conductor 106 cercano que porta unas corrientes elevadas, la bobina 100 puede incluir, tal como se muestra en la figura 2A, una primera y una segunda bobinas o lazos de hilo 102, 108 que están devanadas en unos sentidos eléctricamente opuestos. Las dos bobinas 102, 108 cancelan de forma eficaz todos los campos electromagnéticos que provienen del exterior de la bobina 100. En una realización de este tipo, uno o ambos lazos 102, 108 pueden fabricarse a partir de un hilo devanado sobre el núcleo. Si se utiliza solo un hilo de lazo que está devanado sobre un núcleo no magnético, entonces el otro lazo puede retornarse al centro de la bobina 100 para cancelar los efectos no deseables de los campos magnéticos externos.

En una realización que se ilustra en la figura 2B, ambos lazos 102 y 108 pueden incluir hilos devanados, con el segundo devanado 108 estando devanado en el sentido opuesto. De esta forma, se doblará la tensión que se induce en la bobina de Rogowski 100 a partir del conductor que pasa a través de la bobina.

De forma convencional, y tal como se ilustra en la figura 3, unas bobinas de Rogowski se han fabricado a partir de unos núcleos flexibles no magnéticos 110 tales como los núcleos que se usan comúnmente en los cables coaxiales conocidos. Pueden quitarse las cubiertas de aislamiento y el blindaje de tales cables, para obtener los núcleos, y después de cortar el núcleo de cable a su tamaño, la bobina 102 (y 108) puede devanarse sobre el núcleo de cable de plástico 110. Los conductores existentes que se extienden a través del centro del núcleo de cable coaxial 110 pueden servir como el lazo de retorno para la cancelación de campos magnéticos externos tal como se ha descrito en lo que antecede. En lugar de tales núcleos flexibles 110, como alternativa unas bobinas de Rogowski de alto rendimiento se han fabricado a partir de unas varillas relativamente rígidas y rectas que pueden fabricarse con un área en sección transversal más uniforme que los núcleos flexibles. En una construcción de este tipo, se ha encontrado que es necesario un blindaje magnético de los extremos de las varillas en donde estas se conectan una con otra.

La patente de EE. UU. con N° 6.313.623 divulga unos diseños de bobinas de Rogowski de alta precisión de diversas formas que se fabrican sobre placas de circuito impreso (PCB, *printed circuit board*), tal como se muestra en la bobina 150 que se muestra en la figura 4. En la bobina 150, dos bobinas devanadas 151, 152 se forman sobre unas PCB 154, 156 separadas que están ubicadas una junto a otra. Cada PCB 154, 156 define una de las bobinas 151 y 152, y las bobinas 151 y 152 están devanadas en unos sentidos opuestos (a derechas y a izquierdas), de forma respectiva. La bobina 151 se forma con unas pistas que se extienden sobre lados opuestos de la placa de circuito 154, que están interconectadas, por ejemplo, mediante unos orificios de paso metalizados, y la bobina 151 tiene una configuración a derechas que avanza en el sentido de las agujas del reloj en torno al centro de la placa 154. La bobina a izquierdas 152 está diseñada de una forma similar sobre la placa 156 excepto por que esta tiene una configuración a izquierdas que avanza en el sentido contrario al de las agujas del reloj en torno al centro de la placa 156. Las bobinas 151, 152 pueden realizarse, según se desee, sobre unas PCB de múltiples capas. En la patente de EE. UU. con N° 6.313.623 se describen detalles adicionales de tales bobinas y PCB.

Las bobinas de Rogowski tales como las que se divulgan para la patente de EE. UU. con N° 6.313.623 pueden fabricarse con un alto grado de precisión usando unas técnicas de fabricación controlada por ordenador para formar las bobinas sobre las PCB. Pueden proporcionarse unas bobinas sumamente sensibles y sumamente precisas para la detección de corriente y, por lo tanto, para aplicaciones de medición. Las imprecisiones en la salida de señal a partir de tales bobinas, no obstante, siguen constituyendo una preocupación. A pesar de que las bobinas sobre las PCB están diseñadas para cancelar campos magnéticos externos, sin embargo se ha hallado que la salida de las bobinas es susceptible a ruido, a distorsión de señal y a influencias no deseables al rodear los conductores y equipos en las proximidades de las bobinas. Para abordar tales problemas, se han propuesto diversas características de blindaje para bobinas con unos grados variables de éxito.

II. Blindaje de bobina de Rogowski convencional

En la figura 5A y 5B (de blindaje único) y las figuras 6a y 6b (de blindaje doble) se muestran unos enfoques convencionales para blindar unas bobinas de Rogowski y unos conductores de secundario que interconectan con dispositivos de medición. En la figura 5A, un cable coaxial blindado 160 está conectado con una bobina 162. La figura 5B ilustra un hilo de par trenzado 164 que está conectado con la bobina 162. Tal como se sabe en la técnica, los hilos trenzados portan unas señales iguales pero opuestas y son menos susceptibles a problemas de ruido y a problemas de diafonía a partir de conductores de señal adyacentes. A pesar de que el cable blindado 160 y el hilo de par trenzado 164 proporcionan un cierto grado de protección frente a ruido e influencias electromagnéticas en el entorno de las bobinas 162, el nivel de protección que logran estos es poco adecuado para las bobinas de Rogowski de alta precisión.

Las figuras 6A y 6B ilustran otros enfoques convencionales para preservar la integridad de las señales de salida de bobina de Rogowski. La figura 6A ilustra un cable de blindaje doble 170 que tiene unas capas concéntricas de aislamiento 182 de un material no magnético para un aislamiento añadido de las bobinas 180 frente al ruido ambiental y factores electromagnéticos que pueden distorsionar la señal de tensión de salida. Las bobinas blindadas 180 pueden estar interconectadas con un dispositivo de medición con un cable coaxial blindado 160 (la figura 7A) o un hilo de par trenzado 164. Un cable de blindaje doble 170 (la figura 6A) y el hilo de par trenzado blindado 172 (la figura 6A) pueden utilizarse de forma similar con las bobinas blindadas 180. En cualquier caso, el cable blindado 160 (o el cable de blindaje doble 170) y el hilo de par trenzado 164 (o el par de hilos trenzado blindado 172) han de estar terminados en la bobina 162 en sus extremos en donde estos se encuentran con la bobina 162.

Las figuras 7A y 7B ilustran unas bobinas de alta precisión 180 similares a las bobinas 150 que se muestran en la figura 4 que se fabrican a partir de materiales de PCB. Las bobinas 180 están provistas con un blindaje de protección 182 de un material no magnético para un aislamiento añadido de las bobinas 180 frente al ruido ambiental y factores electromagnéticos que pueden distorsionar la señal de tensión de salida. Las bobinas blindadas 180 pueden estar interconectadas con un dispositivo de medición con un cable coaxial blindado 160 (la figura 7A) o un hilo de par trenzado 164. Un cable de blindaje doble 170 (la figura 6A) y el hilo de par trenzado blindado 172 (la figura 6A) pueden utilizarse de forma similar con las bobinas blindadas 180. En cualquier caso, el cable blindado 160 (o el cable de blindaje doble 170) y el hilo de par trenzado 164 (o el par de hilos trenzado blindado 172) han de estar terminados en la bobina 162 en sus extremos en donde estos se encuentran con la bobina 162.

III. Conjuntos de interconexión blindados

Una vulnerabilidad de las bobinas convencionales radica en las conexiones eléctricas y las superficies de contacto entre las PCB de la bobina y los equipos de medición, tales como dispositivos de relé de protección. Es decir, a pesar de que las bobinas que se forman sobre las PCB están diseñadas para cancelar campos magnéticos externos, las conexiones de las bobinas y los hilos, conductores o cables de interconexión con los dispositivos y los equipos de medición son susceptibles a ruido y a una influencia no deseable en la señal a partir de los conductores cercanos y otros campos magnéticos presentes en las proximidades de la bobina.

Por ejemplo, y haciendo referencia a la figura 7A, para terminar el cable 160, el blindaje del cable ha de retirarse parcialmente en el extremo para exponer los conductores, y para terminar el hilo de par trenzado 164 que se muestra en la figura 7B, los hilos trenzados han de destrenzarse en sus extremos para establecer la conexión con la bobina. En uno u otro caso, los extremos terminados del cable 160 y el hilo de par trenzado 164 en general no están protegidos y pueden proporcionar puntos de ingreso para ruido ambiental y campos magnéticos externos que pueden dar como resultado unas imprecisiones en la señal de tensión de salida de bobina. Es decir, puede inducirse una tensión en los extremos de terminación no protegidos del cable y el hilo de par trenzado que puede distorsionar la señal de tensión de salida de la bobina blindada 182 cuando es recibida por el dispositivo de medición.

La figura 8 ilustra un conjunto de bobina de Rogowski de acuerdo con la presente invención en el que la primera y la segunda PCB 200 y 202 y unas bobinas de precisión 204, 208 respectivas están formadas de una forma similar a las bobinas 151, 152 que se muestran en la figura 4. A diferencia de las bobinas 151, 152, que están conectadas directamente en serie una con otra para producir una única salida de tensión con un único conductor de interconexión, las bobinas 204 y 208 definen unos lazos de bobina separados, independientes y diferenciados que proporcionan, cada uno, una señal de tensión de salida v1 (t) y v2 (t) respectiva. Las salidas v1 (t) y v2 (t) pueden estar interconectadas con unos cables blindados 210 y 212 respectivos. A su vez, los cables pueden estar conectados en serie tal como se muestra en la figura 7.

La corriente que es medida por las bobinas de Rogowski 204 y 208 inducirá una tensión en cada bobina y generará unas señales de salida v1 (t) y v2 (t). Debido a que los cables 210 y 212 están conectados en serie y debido a que las bobinas 204 y 208 están devanadas en unos sentidos opuestos, las tensiones v1 (t) y v2 (t) se agregan entre sí tal como se muestra en la figura 8. En una bobina de Rogowski ideal, v1 (t) y v2 (t) son iguales. En una bobina de Rogowski real, debido a las tolerancias de fabricación y a las restricciones de producción, puede resultar una ligera diferencia entre v1 (t) y v2 (t). Si se inducen tensiones en los cables de interconexión 210, 212 debido a campos magnéticos externos, las tensiones se inducirán en cada cable de interconexión 210 y 212 en el mismo sentido, pero debido a que las dos bobinas están conectadas en serie, se cancelarán las tensiones inducidas a partir de campos externos en la señal de salida.

Para abordar los problemas de integridad de señal, cada PCB 200 y 202 y cada cable 210 y 212 están provistos con un blindaje magnético 220A respectivo, 220B, 220C, 220D que rodea las bobinas 204, 208 y los cables 210 y 212. En consecuencia, las bobinas 204 y 208 están doblemente protegidas frente a unas tensiones inducidas y un ruido que no guardan relación con el flujo de corriente en el conductor que pasa a través de las bobinas 204 y 208. Los cables 210 y 212 también están protegidos frente a unas tensiones inducidas y un ruido que no guardan relación con las señales de tensión de salida que son suministradas por las bobinas 200 y 202. Los blindajes de bobina 220A y 220B están interajustados con los blindajes de cable 220C y 220D de tal modo que los extremos terminados de los cables 210, 212 están plenamente protegidos y blindados frente a unas tensiones inducidas que pueden presentar errores e imprecisiones en las salidas de señal de tensión de bobina, eliminando de ese modo un punto de vulnerabilidad frente a problemas de contaminación de señal en los conjuntos de bobina convencionales.

Los blindajes 220A, 220B, 220C y 220D pueden fabricarse a partir de materiales de blindaje magnético conocidos en la técnica, incluyendo pero sin limitarse a materiales laminados de acero al silicio y similares, para proporcionar un blindaje y un aislamiento electromagnéticos de las bobinas 204, 208 y los cables de interconexión 210, 212 asociados frente a factores ambientales no deseables que, de lo contrario, pueden producir ruido e imprecisiones en las señales de salida de las bobinas 204 y 208. El material de blindaje 220A, 220B, 220C y 220D puede fabricarse como piezas separadas que se montan en las bobinas 204, 208 y los cables 210, 212.

La figura 9 ilustra un conjunto de bobina similar a la que se muestra en la figura 8, pero con unos hilos de par trenzado 222, 224 que se utilizan en el interior de los materiales de blindaje 220C y 220D en lugar de los cables 210 y 212 que se muestran en la figura 8.

La figura 10 ilustra otro conjunto de bobina en el que las PCB 200, 202 y las bobinas 204, 208 respectivas están protegidas en un único blindaje 230A que se fabrica a partir de un material no magnético. Los hilos de par trenzado 222, 224 están protegidos de forma similar mediante un único blindaje 230B. El blindaje de interconexión 230B se interajusta con el blindaje de bobina 230 y rodea las terminaciones de los hilos 222, 224 para evitar que se induzcan tensiones en los extremos terminados de los hilos 222, 224.

IV. Algoritmos de efectos de ruido

A pesar de que se cree que los conjuntos de bobina blindada que se han mostrado en lo que antecede en las figuras 8 - 10 son menos vulnerables frente a ruido y campos magnéticos externos que las bobinas de Rogowski conocidas, en otro aspecto de la invención se proporcionan unas técnicas de procesamiento de señal que permiten que se detecte y se mitigue cualquier ruido en las señales de salida de bobina. Las técnicas de procesamiento de señal, que se explican brevemente en lo sucesivo, pueden implementarse en forma de algoritmo y pueden ser ejecutables por un dispositivo electrónico que está interconectado con las bobinas.

La figura 11 ilustra una disposición a modo de ejemplo de unas bobinas de PCB 204, 208 que están interconectadas con un dispositivo de medición tal como un relé de protección 230 que supervisa el flujo de corriente $i(t)$ en un conductor 228 que se pasa a través de cada una de las bobinas 204 y 208. En una realización, el relé 230 es un dispositivo basado en procesadores digitales, a pesar de que se entiende que, como alternativa, pueden usarse otros dispositivos conocidos en lugar de un relé 230. Los cables coaxiales 210 y 212 pueden estar conectados con el relé 230 sobre canales separados del mismo tal como se muestra en la figura 11.

Tal como se muestra en la figura 12A, las salidas de tensión de bobina $v_1(t)$ y $v_2(t)$ que se introducen en los canales de relé son, en parte, verdaderas salidas de tensión de las bobinas de Rogowski $VRC_1(t)$ y $VRC_2(t)$ y, en parte, son unas tensiones atribuibles a ruido. A pesar de que las salidas de tensión de las bobinas RC_1 y RC_2 son de una polaridad opuesta debido a que las bobinas están devanadas en unos sentidos opuestos, las componentes de ruido no lo son y, en consecuencia, al sustraer la entrada de tensión $v_2(t)$ de $v_1(t)$, la componente de ruido se cancela o se elimina de forma eficaz en la señal de salida $v(t)$ resultante que es la suma de $VRC_1(t)$ y $VRC_2(t)$. Por lo tanto, puede asegurarse que el relé 230 está recibiendo una señal $v(t)$ precisa a partir de la cual este puede realizar, de forma fiable, decisiones de control, o a partir de la cual la corriente supervisada puede calcularse o determinarse de otro modo, tal como por medio de técnicas de integración conocidas.

Tal como se ilustra en la figura 12B, mediante la suma de las salidas de tensión de bobina $v_1(t)$ y $v_2(t)$ que se introducen en los canales de relé, el nivel de ruido en las señales de entrada para el relé puede determinarse y calcularse fácilmente. Debido a que las salidas de tensión de las bobinas RC_1 y RC_2 son de una polaridad opuesta debido a que las bobinas están devanadas en unos sentidos opuestos y las componentes de ruido no lo son, cuando las señales se suman las tensiones de salida de bobina $VRC_1(t)$ y $VRC_2(t)$ se cancelan una a otra y el valor de salida $v(t)$ resultante es, de una forma sustancialmente por completo, ruido. Debido a que se añade el ruido en cada uno de los conductores de interconexión, el valor de salida $v(t)$ es dos veces el nivel de ruido real. Usando una funcionalidad de registro de sucesos en el relé 230, las condiciones de ruido externo pueden supervisarse para identificar problemas de ruido para su resolución.

Lo que es más, la utilización de unos conductores de interconexión de secundario separados para cada bobina de PCB facilita las funciones y características de diagnóstico en el relé. Si, por ejemplo, las bobinas 204, 208 (la figura 11) se encuentran en una condición operativa satisfactoria, las tensiones de salida de las bobinas que se transmiten a través de los conductores de interconexión deberían ser aproximadamente las mismas. Si, no obstante, una bobina tiene espiras de hilos abiertos o espiras cortocircuitadas, las tensiones de salida de las bobinas serán marcadamente diferentes, y el relé 230 puede identificar un problema en la bobina para una atención inmediata.

Habiendo ya explicado los principios operativos de la invención, se cree que el dispositivo de relé 230 puede programarse para realizar unos algoritmos de procesamiento de señal para minimizar los efectos del ruido en las señales de entrada a partir de las bobinas de Rogowski, determinar un nivel de ruido en las señales y realizar funciones y procedimientos de diagnóstico. Los algoritmos pueden implementarse usando unas técnicas de programación convencionales que se encuentran dentro del ámbito de los expertos en la materia. No se cree que sea necesaria una explicación adicional de los algoritmos, métodos y técnicas asociados, que están asociados con tal programación.

En el presente caso se divulga una realización de un conjunto de bobina de Rogowski que comprende:

una primera bobina de Rogowski que rodea un conductor y que genera una primera señal de salida de tensión que se transmite en un primer conductor de interconexión que está acoplado con un primer blindaje magnético; y una segunda bobina de Rogowski que rodea el conductor y que genera una segunda señal de salida de tensión que se transmite en un segundo conductor de interconexión que está acoplado con un segundo blindaje magnético; caracterizado por:

un dispositivo de relé que está interconectado con la primera y la segunda bobinas a través del primer conductor de interconexión y el segundo conductor de interconexión, de forma respectiva, en el que el dispositivo de relé procesa la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión, al sustraer una de otra, para minimizar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de tensión de salida; y

caracterizado adicionalmente por que el primer blindaje magnético rodea el primer conductor de interconexión y la primera bobina de Rogowski, y por que el segundo blindaje magnético rodea el segundo conductor de interconexión y la segunda bobina de Rogowski.

5 De forma opcional, cada una de la primera porción de bobina y la segunda porción de bobina puede fabricarse sobre placas de circuito impreso, y la primera y la segunda bobinas pueden estar conectadas eléctricamente en unos sentidos opuestos. El primer y el segundo conductores pueden estar terminados en las bobinas respectivas en un extremo de los mismos. Las terminaciones pueden blindarse magnéticamente para evitar que se induzcan tensiones en los conductores de interconexión en las terminaciones. Los conductores pueden ser un cable coaxial o un hilo de par trenzado y los conductores de interconexión pueden estar conectados en serie. El primer y el segundo conductores de interconexión pueden estar conectados con un dispositivo de relé de protección, y el dispositivo de relé puede programarse para determinar un nivel de ruido en la primera y la segunda señal de tensión de salida.

15 También se divulga un método de supervisión de corriente con un conjunto de bobina de Rogowski. El método comprende:

proporcionar una primera bobina de Rogowski que tiene un primer devanado;
proporcionar una segunda bobina de Rogowski que tiene un segundo devanado que se extiende opuesto al primer devanado;
20 conectar un primer conductor de interconexión, que está acoplado con un primer blindaje magnético, y un segundo conductor de interconexión, que está acoplado con un segundo blindaje magnético, con cada una de la primera y la segunda bobinas de Rogowski, de forma respectiva; en el que el primer blindaje magnético rodea el primer conductor de interconexión y la primera bobina de Rogowski, y el segundo blindaje magnético rodea el segundo conductor de interconexión y la segunda bobina de Rogowski;
25 obtener una primera señal de salida de tensión y una segunda señal de salida de tensión a partir de la primera y la segunda bobinas de Rogowski por medio del primer y el segundo conductores de interconexión, de forma respectiva; y
minimizar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de salida de tensión mediante el uso de un dispositivo de relé que está interconectado con la primera y la segunda bobinas de Rogowski, a través del primer y el segundo conductores de interconexión, de forma respectiva, en el que el dispositivo de relé procesa la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión al sustraer una de otra, para minimizar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de tensión de salida. De forma opcional, el método también puede comprender determinar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de salida de tensión usando el dispositivo de relé, mediante la adición de la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión que son conducidas a través del primer y el segundo conductores de interconexión, de forma respectiva, antes de la etapa de minimización.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de bobina de Rogowski que comprende:

5 una primera bobina de Rogowski (204) que rodea un conductor (228) y que genera una primera señal de salida de tensión que se transmite en un primer conductor de interconexión (210) que está acoplado con un primer blindaje magnético (220A, 220C); y
 una segunda bobina de Rogowski (208) que rodea el conductor (228) y que genera una segunda señal de salida de tensión que se transmite en un segundo conductor de interconexión (212) que está acoplado con un segundo
 10 blindaje magnético (220B, 220D); caracterizado por:
 un dispositivo de relé (230) que está interconectado con la primera y la segunda bobinas (204, 208) a través del primer conductor de interconexión (210) y el segundo conductor de interconexión (212), de forma respectiva, en el que el dispositivo de relé (230) procesa la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión, al sustraer una de otra, para minimizar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de
 15 tensión de salida; y
 caracterizado adicionalmente por que el primer blindaje magnético (220A, 220C) rodea el primer conductor de interconexión (210) y la primera bobina de Rogowski (204), y por que el segundo blindaje magnético (220B, 220D) rodea el segundo conductor de interconexión (212) y la segunda bobina de Rogowski (208).

20 2. El conjunto de bobina de Rogowski de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de relé (230) procesa adicionalmente la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión, mediante la adición de estas, para calcular la cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de tensión de salida.

25 3. El conjunto de bobina de Rogowski de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que cada una de la primera bobina de Rogowski (204) y la segunda bobina de Rogowski (208) se fabrican sobre placas de circuito impreso.

4. El conjunto de bobina de Rogowski de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la primera (204) y la segunda (208) bobinas de Rogowski están conectadas eléctricamente en unos sentidos opuestos.

30 5. El conjunto de bobina de Rogowski de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212) están terminados en las bobinas (204, 208) respectivas en un extremo de los mismos, y en el que el primer y el segundo blindajes magnéticos (220A, 220C; 220B, 220D) evitan que se induzcan tensiones en el primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212) en las terminaciones.

35 6. El conjunto de bobina de Rogowski de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer blindaje magnético (220A, 220C) y el segundo blindaje magnético (220B, 220D) son el mismo blindaje magnético.

7. El conjunto de bobina de Rogowski de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que por lo menos uno del primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212) es un cable coaxial.

40 8. El conjunto de bobina de Rogowski de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que por lo menos uno del primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212) es un hilo de par trenzado.

45 9. El conjunto de bobina de Rogowski de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212) están conectados en serie.

10. Un método de supervisión de corriente con un conjunto de bobina de Rogowski, comprendiendo el método:

50 proporcionar una primera bobina de Rogowski (204) que tiene un primer devanado;
 proporcionar una segunda bobina de Rogowski (208) que tiene un segundo devanado que se extiende opuesto al primer devanado;
 conectar un primer conductor de interconexión (210), que está acoplado con un primer blindaje magnético (220A, 220C), y un segundo conductor de interconexión (212), que está acoplado con un segundo blindaje magnético (220B; 220D), con cada una de la primera y la segunda bobinas de Rogowski (204, 208), de forma respectiva; en
 55 el que el primer blindaje magnético (220A, 220C) rodea el primer conductor de interconexión (210) y la primera bobina de Rogowski (204), y el segundo blindaje magnético (220B, 220D) rodea el segundo conductor de interconexión (212) y la segunda bobina de Rogowski (208);
 obtener una primera señal de salida de tensión y una segunda señal de salida de tensión a partir de la primera y la segunda bobinas de Rogowski (204, 208) por medio del primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212), de forma respectiva; y
 60 minimizar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de salida de tensión mediante el uso de un dispositivo de relé (230) que está interconectado con la primera y la segunda bobinas de Rogowski (204, 208), a través del primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212), de forma respectiva, en el que el dispositivo de relé (230) procesa la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión al sustraer una de otra, para minimizar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de tensión de
 65 salida.

11. El método de la reivindicación 10, que comprende adicionalmente:

5 determinar una cantidad de ruido en la primera y la segunda señales de salida de tensión usando el dispositivo de relé (230), mediante la adición de la primera señal de salida de tensión y la segunda señal de salida de tensión que son conducidas a través del primer y el segundo conductores de interconexión (210, 212), de forma respectiva, antes de la etapa de minimización.

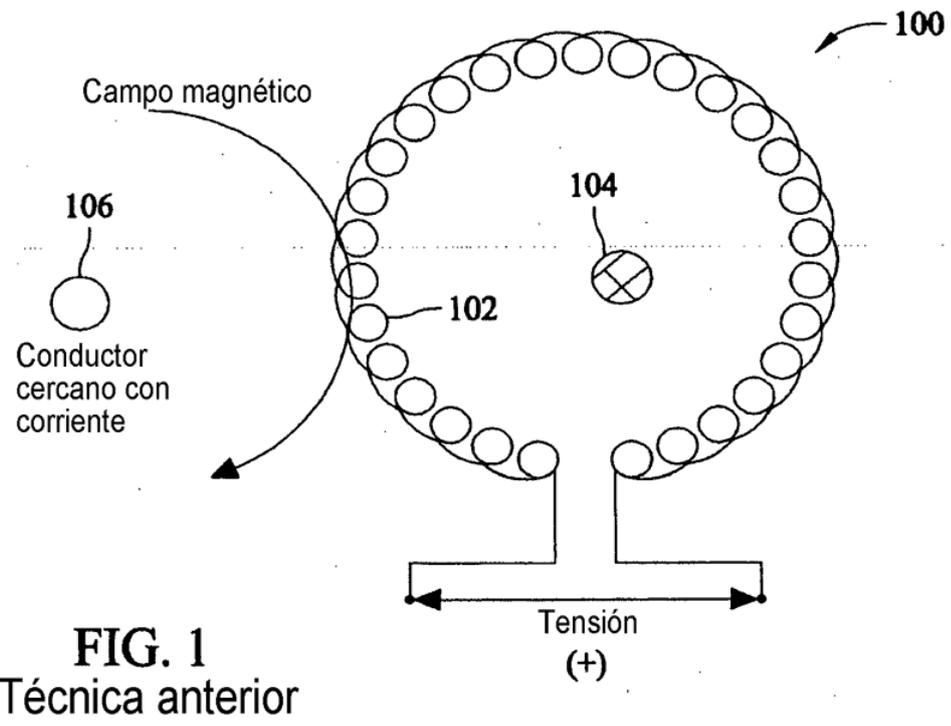


FIG. 1
Técnica anterior

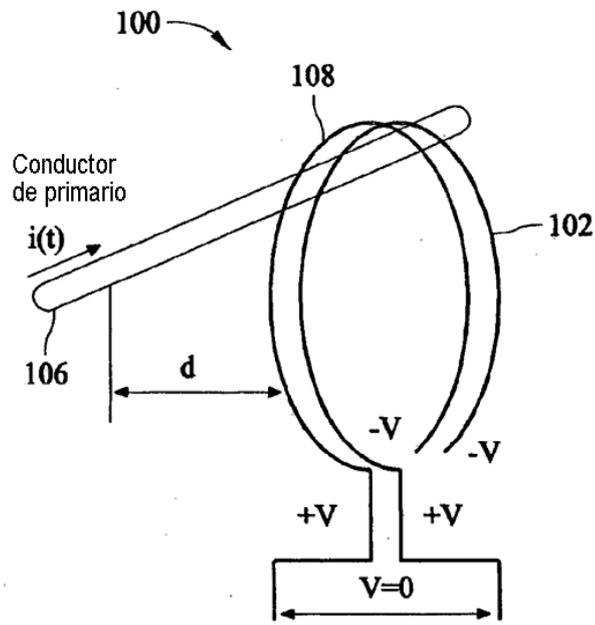


FIG. 2A
Técnica anterior

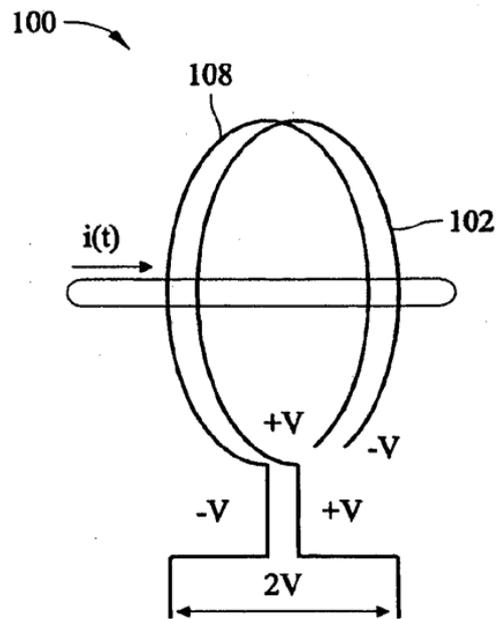


FIG. 2B
Técnica anterior

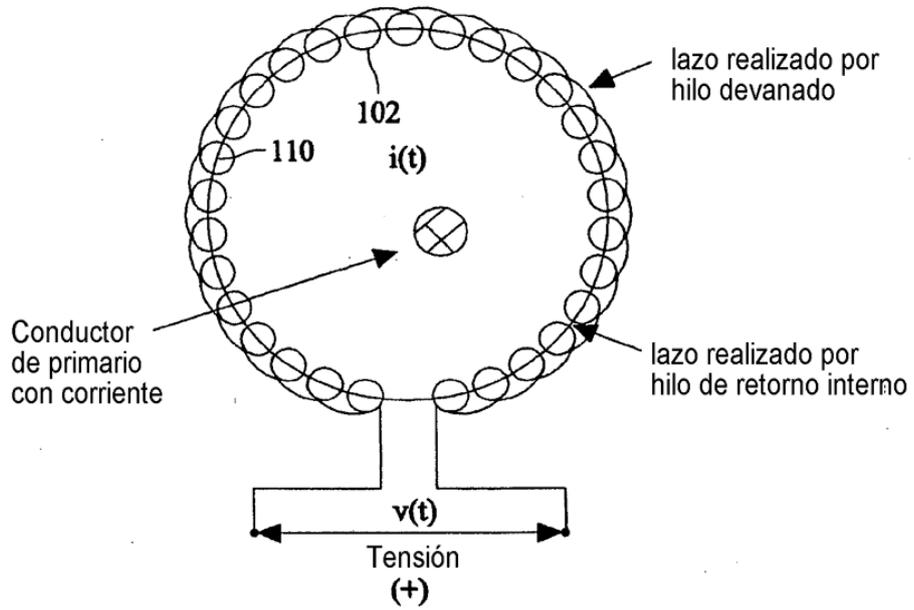


FIG. 3
Técnica anterior

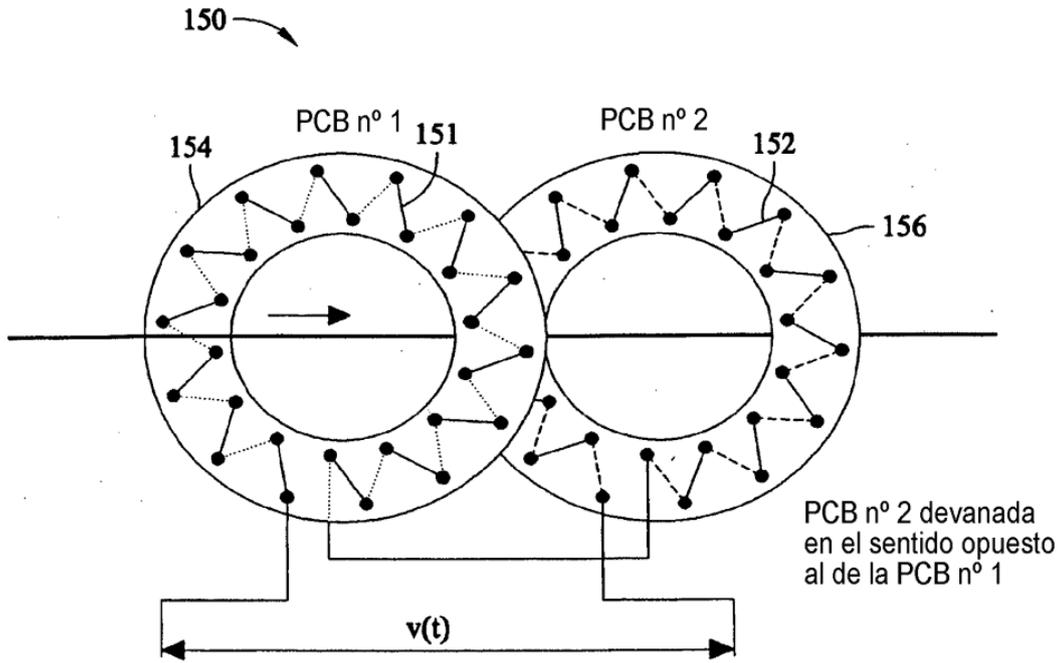


FIG. 4
Técnica anterior

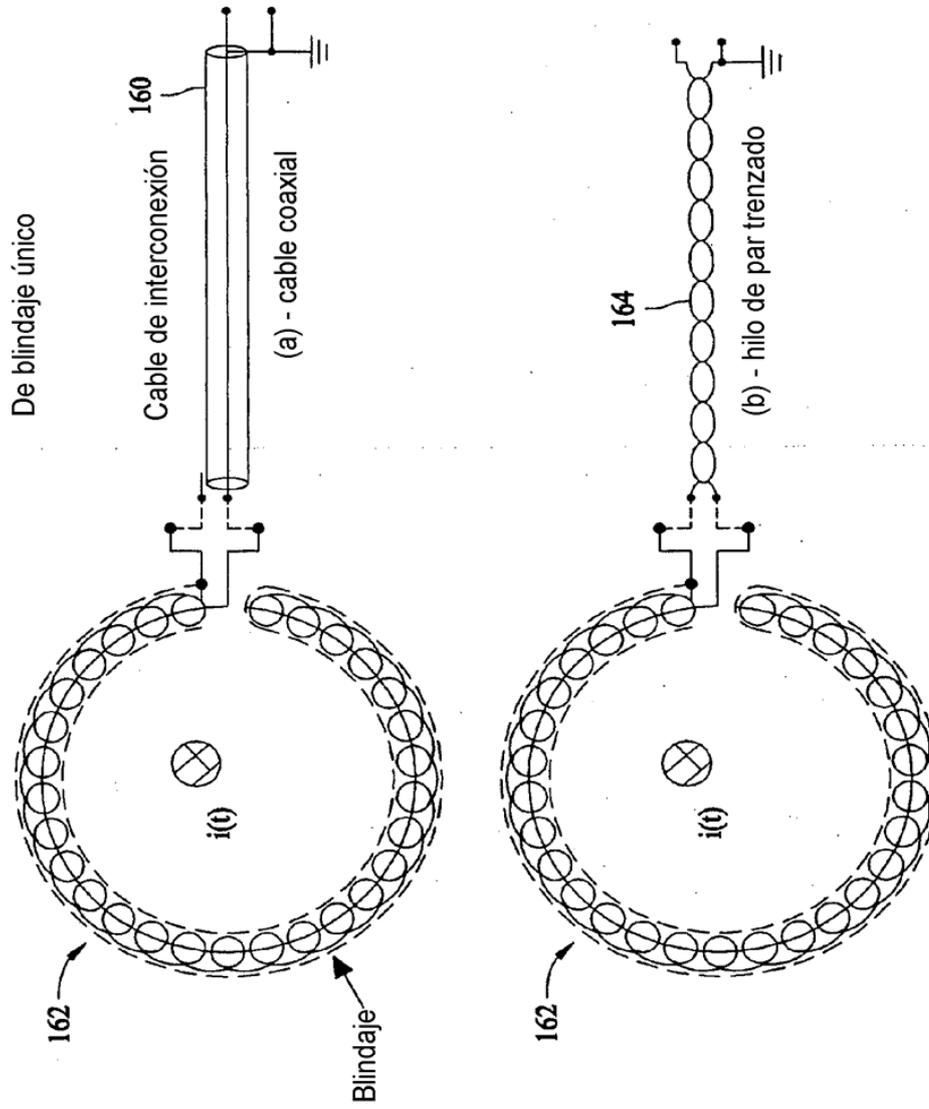


FIG. 5
Técnica anterior

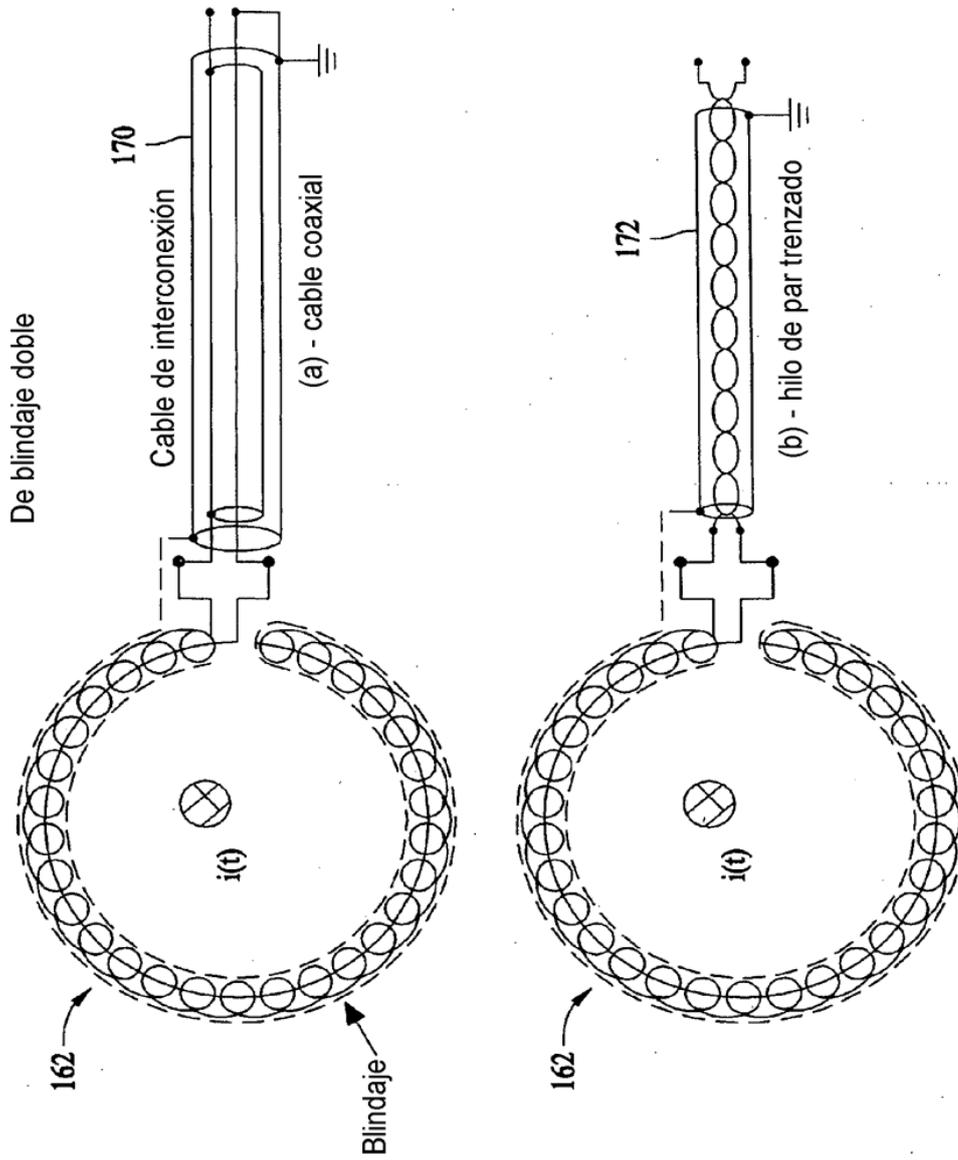


FIG. 6
Técnica anterior

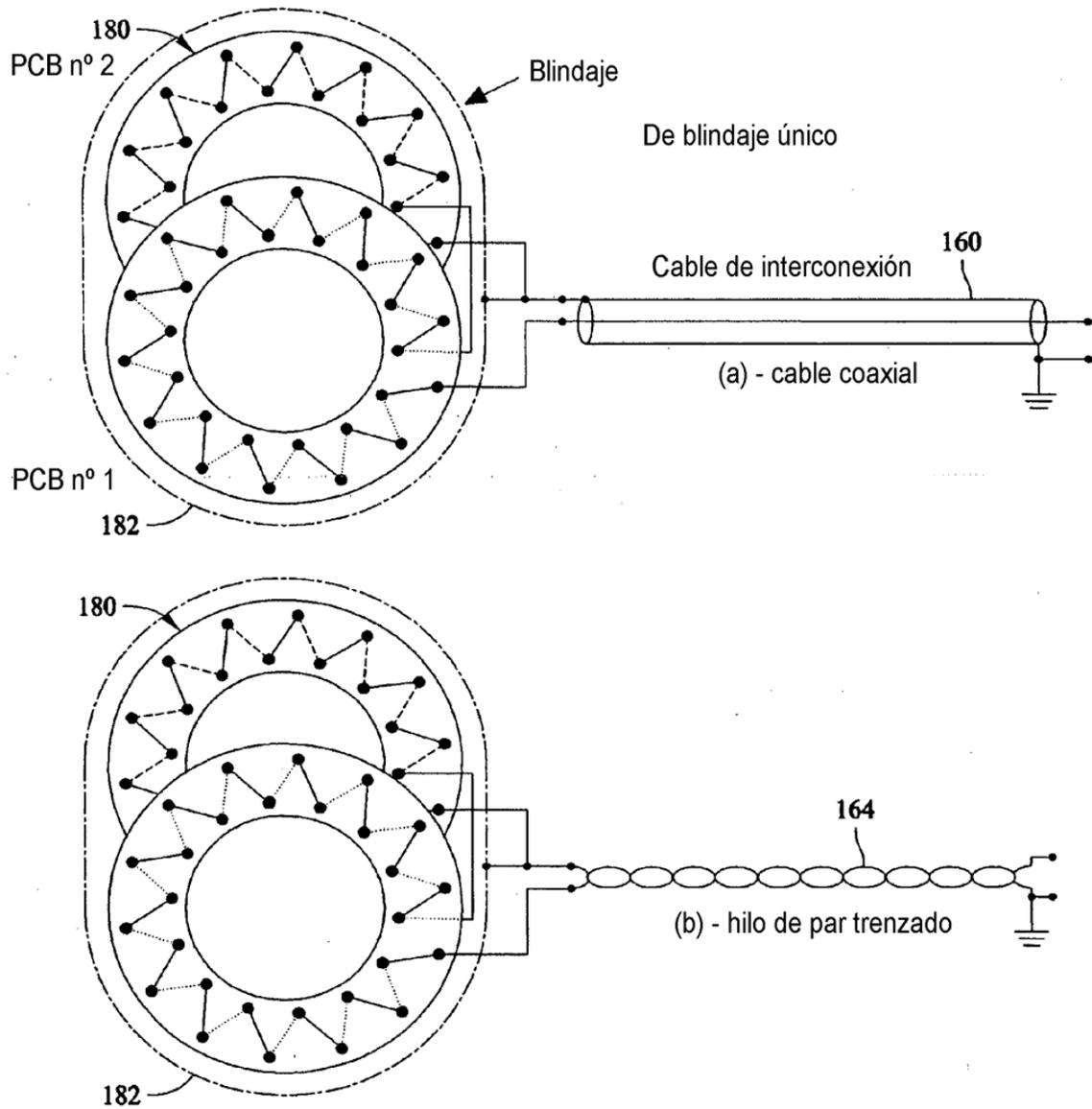


FIG. 7
Técnica anterior

Método divulgado para las interconexiones de placa de bobina de Rogowski de PCB para minimizar el ruido (de blindaje doble)

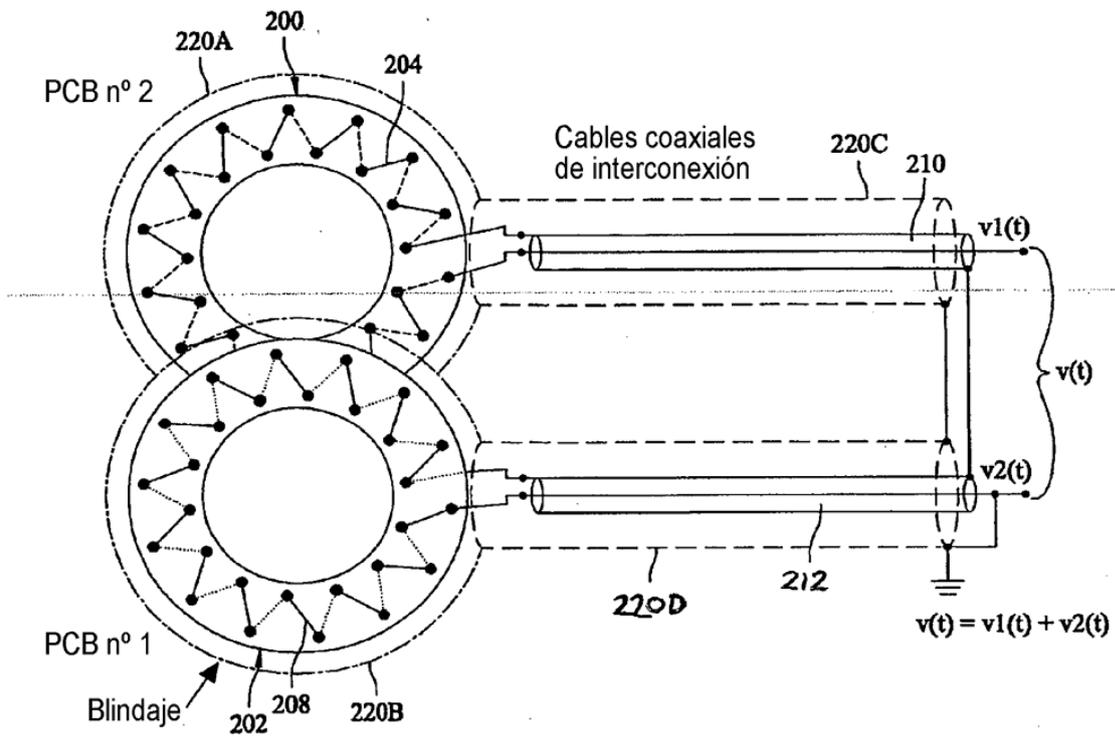


FIG. 8

Método divulgado para las interconexiones de placa de bobina de Rogowski de PCB para minimizar el ruido (de blindaje doble)

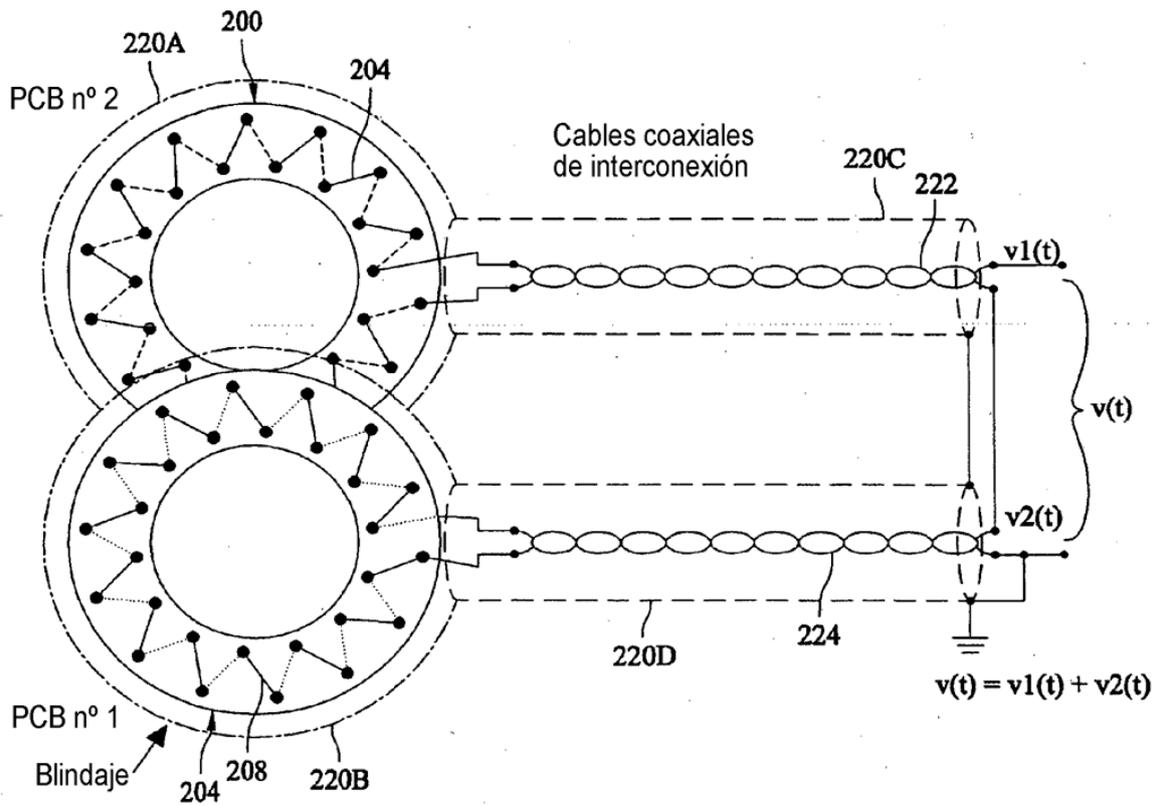


FIG. 9

Método divulgado para las interconexiones de placa de bobina de Rogowski de PCB para minimizar el ruido (de blindaje doble)

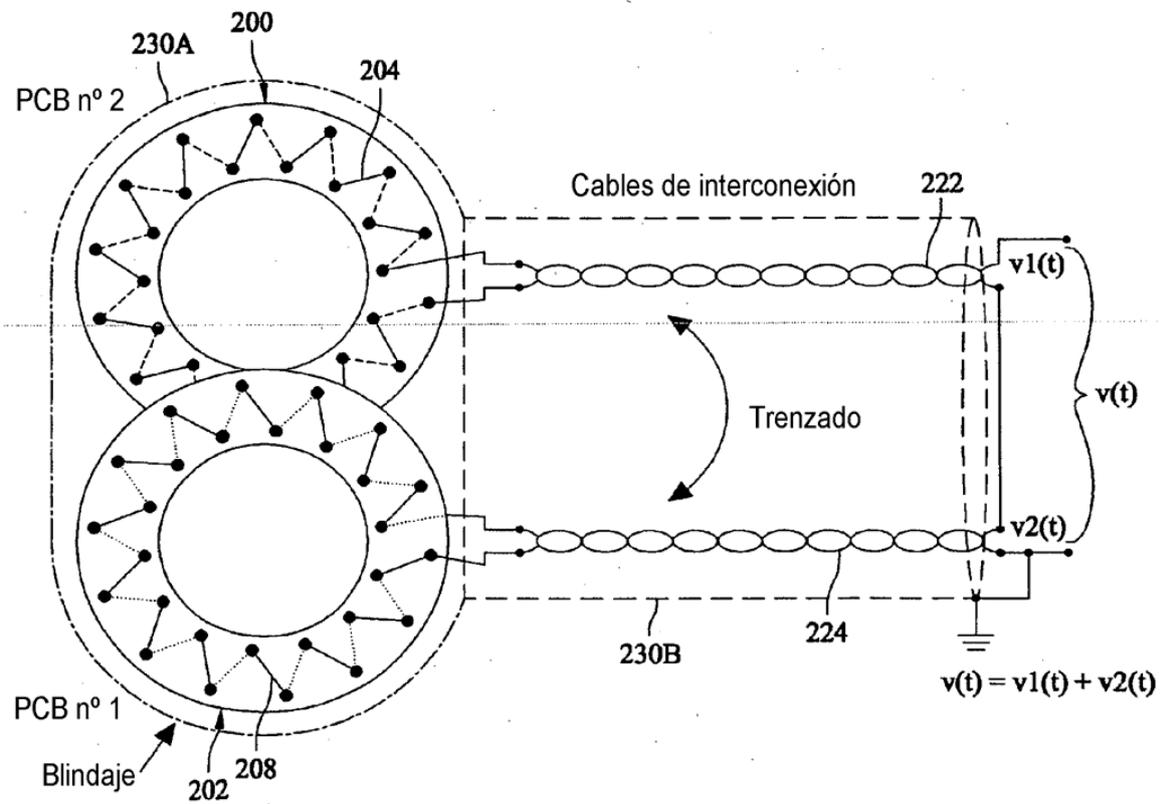


FIG. 10

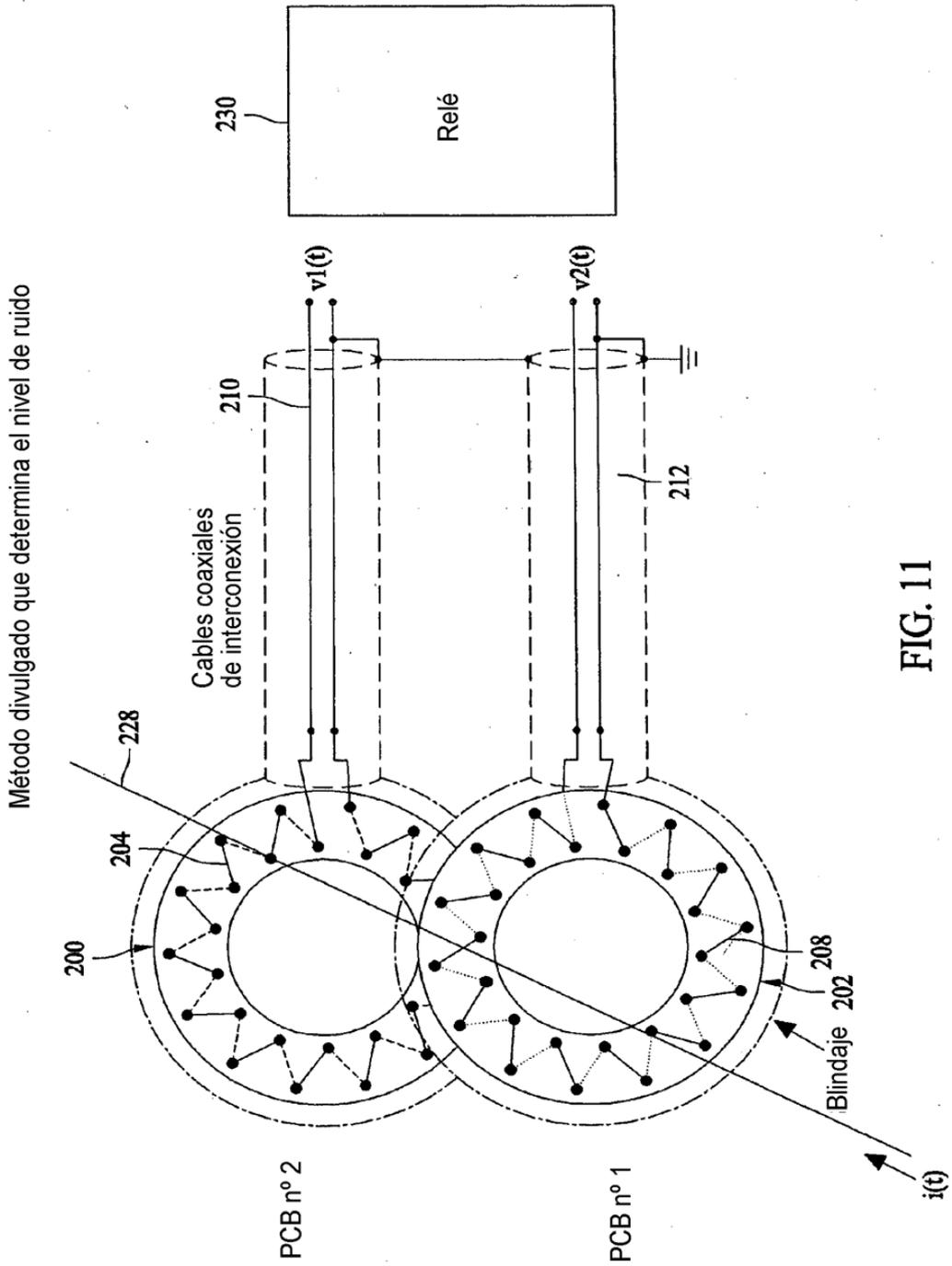


FIG. 11

Método divulgado que minimiza el nivel de ruido

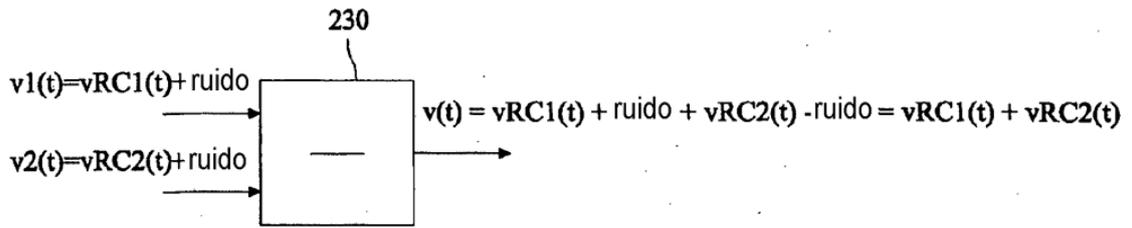


FIG. 12A

Método divulgado de determinación del nivel de ruido

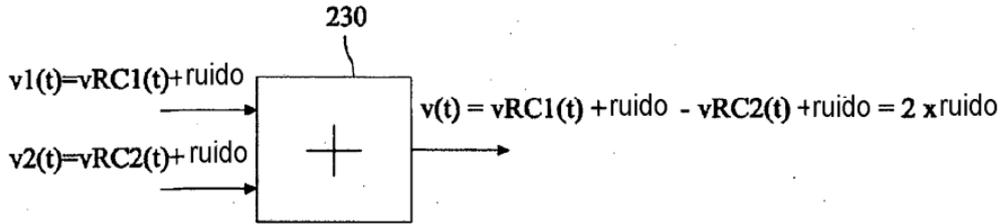


FIG. 12B