

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 379**

51 Int. Cl.:

G01R 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2018** **E 18186466 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 3499248**

54 Título: **Dispositivo de medición de corriente eléctrica, aparato de medición de corriente y procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de corriente**

30 Prioridad:

14.12.2017 FR 1762117

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

25.06.2020

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

URANKAR, LIONEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 769 379 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

Dispositivo de medición de corriente eléctrica, aparato de medición de corriente y procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de corriente

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo compacto de medición de corriente eléctrica que circula por las líneas de corriente de una instalación eléctrica. La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de dicho dispositivo de medición y a un dispositivo de medición de corriente eléctrica.

Estado de la técnica

10 Se utiliza un sensor de corriente eléctrica para medir la intensidad de una corriente eléctrica que circula por una línea eléctrica. Tal medición es necesaria para cuantificar la potencia y/o energía eléctrica consumida por tal receptor o para detectar una anomalía en el funcionamiento del receptor eléctrico. Tal sensor se instala alrededor de la línea de corriente por la que circula la corriente a medir. En una instalación industrial, la utilización de energía eléctrica distribuida de forma trifásica está muy extendida. En ese caso, se debe instalar un sensor de corriente eléctrica alrededor de cada una de las tres fases. Dado que los equipos eléctricos son cada vez más compactos y que la

15 densidad de los equipos en una instalación eléctrica es cada vez mayor, es necesario disponer de sensores de corriente extremadamente compactos para su instalación en o cerca de un aparato de medición o de un dispositivo de protección. Además, para garantizar el cumplimiento de las normas de instalación y la intercambiabilidad de los aparatos, por lo general, la distancia entre las líneas o los conductores de corriente viene impuesta, por ejemplo, 18, 25 o bien 27 mm. En consecuencia, una implantación de sensores de corriente eléctrica alrededor de las líneas de corriente debe seguir las mismas restricciones. Por otro lado, en una instalación trifásica, la gran proximidad entre las diferentes líneas de corriente y los sensores de corriente puede ser una fuente de perturbación en las mediciones de corriente. De hecho, un sensor de corriente instalado alrededor de una línea de corriente puede verse afectado por un campo magnético creado por una corriente que circule por otra línea de corriente situada cerca. Por lo tanto, conviene disponer de sensores de corriente compactos, precisos y poco influenciados por perturbaciones externas.

25 El documento US 6 426 617 B1 desvela un sistema de medición de corriente basado en el principio de Hall.

El documento EP 3 171 182 A1 desvela un sensor de corriente de tipo Rogowski que consta de dos capas de bobinas. Tal sensor es poco sensible a las perturbaciones electromagnéticas y dispone de una forma adaptada a una implantación en un aparataje industrial compacto.

30 El documento WO 01/57 543 A1 desvela un sensor de corriente Rogowski constituido por dos bobinados, estando cada bobinado dispuesto en una placa de circuito impreso. Varios sensores de corriente pueden estar realizados uno al lado del otro en cada placa de circuito impreso.

Descripción de la invención

35 La invención tiene como objetivo aumentar la compacidad de un conjunto de sensores de corriente destinados a medir la amplitud de la corriente eléctrica que circula por varias líneas eléctricas sin degradar la precisión de la medición y sin aumentar la sensibilidad a las perturbaciones externas.

Para ello, la invención describe un dispositivo de medición de corriente que circula al menos por dos líneas de corriente de una instalación eléctrica, que comprende:

- un primer conjunto de circuito impreso que consta de:
 - una primera abertura para el paso de una primera línea de corriente,
 - 40 - una segunda abertura para el paso de una segunda línea de corriente, y
 - un primer sensor de corriente dispuesto alrededor de la primera abertura para medir la corriente que circula por la primera línea de corriente, constando dicho primer sensor de corriente de al menos una primera porción rectilínea de bobinado dispuesta entre la primera abertura y la segunda abertura,
- un segundo conjunto de circuito impreso, dispuesto en paralelo al primer conjunto de circuito impreso, constando dicho segundo conjunto de:
 - 45 - una tercera abertura, enfrente de la segunda abertura, para el paso de la segunda línea de corriente,
 - un segundo sensor de corriente dispuesto alrededor de la tercera abertura para medir la corriente que circula por la segunda línea de corriente que atraviesa la tercera abertura, constando dicho segundo sensor de al menos una segunda porción rectilínea de bobinado dispuesta enfrente de la primera porción rectilínea de bobinado del primer sensor de corriente.

Preferentemente, el dispositivo de medición de corriente es tal que:

- el primer conjunto de circuito impreso consta de una cuarta abertura destinada al paso de una tercera línea de

corriente,

- un tercer sensor de corriente, formado en el primer conjunto de circuito impreso, está dispuesto alrededor de la cuarta abertura para medir la corriente que circula por la tercera línea de corriente, y
- el tercer sensor de corriente consta al menos de una tercera porción rectilínea de bobinado dispuesta entre la segunda abertura y la cuarta abertura.

5

Ventajosamente, los sensores, primero, segundo y tercero, son sensores de corriente de tipo Rogowski.

Preferentemente, el segundo sensor de corriente consta de una cuarta porción rectilínea de bobinado dispuesta enfrente de la tercera porción rectilínea de bobinado del tercer sensor de corriente.

Ventajosamente, el primer conjunto de circuito impreso consta de unas primeras zonas de soldadura, el segundo conjunto de circuito impreso consta de unas segundas zonas de soldadura dispuestas enfrente de las primeras zonas de soldadura para soldar el segundo conjunto de circuito impreso sobre el primer conjunto de circuito impreso, de modo que la segunda porción rectilínea de bobinado esté dispuesta enfrente de la primera porción rectilínea de bobinado y que la cuarta porción rectilínea de bobinado esté dispuesta enfrente de la tercera porción rectilínea de bobinado.

10

Preferentemente, la suma de las superficies de las zonas de soldadura del segundo conjunto de circuito impreso es superior al 3 % de la superficie de una cara del segundo conjunto de circuito impreso.

15

Preferentemente, el primer conjunto de circuito impreso está formado por un primer circuito impreso adherido a un segundo circuito impreso por medio de un primer tejido preimpregnado de resina y el segundo conjunto de circuito impreso está formado por un tercer circuito impreso adherido a un cuarto circuito impreso por medio de un segundo tejido preimpregnado de resina.

20

Ventajosamente, el primer sensor de corriente comprende un primer bobinado formado en el primer circuito impreso y comprende un segundo bobinado formado en el segundo circuito impreso, el primer bobinado y el segundo bobinado tienen un mismo volumen y están conectados en serie, y el segundo sensor el circuito de corriente comprende un tercer bobinado formado en el tercer circuito impreso y comprende un cuarto bobinado formado en el cuarto circuito impreso, el tercer bobinado y el cuarto bobinado tienen un mismo volumen y están conectados en serie.

25

Preferentemente, los circuitos impresos primero, segundo, tercero y cuarto están fabricados a partir de una misma placa de circuito impreso.

Preferentemente, la placa de circuito impreso tiene un grosor superior a 1,5 milímetros.

Ventajosamente, el primer conjunto de circuito impreso y el segundo conjunto de circuito impreso constan de unas caras recubiertas con un barniz protector.

30

La invención también se refiere a un aparato de medición de corriente que circula, al menos, por dos líneas de corriente de una instalación eléctrica, constanding dicho aparato de medición de:

- un circuito de medición para medir la amplitud de señales eléctricas,
- un circuito de comunicación conectado al circuito de medición para transmitir resultados de medición de las señales medidas, y
- un circuito de alimentación para alimentar el circuito de medición y el circuito de comunicación, y
- un dispositivo de medición de corriente, como el que se ha descrito anteriormente, conectado al circuito de medición para suministrar al circuito de medición señales representativas de las corrientes que circulan por las, al menos dos, líneas de corriente, una primera línea de corriente que pasa por una primera abertura del dispositivo de medición de corriente y una segunda línea que pasa por una segunda abertura y una tercera abertura del dispositivo de medición de corriente.

35

40

La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de corriente, como el que se ha descrito anteriormente, constanding dicho procedimiento de las siguientes etapas:

- el corte de una placa madre de circuito impreso en una primera placa destinada a la realización de los circuitos impresos primero y tercero y una segunda placa de circuito impreso destinada a la realización de los circuitos impresos segundo y cuarto,
- el primer grabado, en una primera cara de la primera placa, de unas primeras pistas correspondientes a los bobinados, primero y tercero, de un primer y de al menos un segundo sensor de corriente y el grabado en la segunda placa de circuito impreso, de unas primeras pistas correspondientes a los bobinados segundo y cuarto, de un primer y de al menos un segundo sensor de corriente,
- la perforación y la metalización de las primeras vías para conectar las primeras pistas,
- la adhesión de la primera placa de circuito impreso a la segunda placa de circuito impreso, por medio de un primer tejido preimpregnado de resina, estando la primera cara de la primera placa enfrente de la primera cara de la segunda placa de circuito impreso,
- el segundo grabado, en una segunda cara de la primera placa, de unas segundas pistas correspondientes a los

45

50

55

- bobinados primero y tercero y el grabado en una segunda cara de la segunda placa de circuito impreso, de unas segundas pistas correspondientes a los bobinados segundo y cuarto,
- la perforación y la metalización de unas segundas vías para conectar las pistas entre la primera cara y la segunda cara de la primera placa y de la segunda placa de circuito impreso,
 - 5 - la aplicación de un barniz protector en la segunda cara de la primera placa y en la segunda cara de la segunda placa de circuito impreso,
 - el corte de al menos una primera y de una segunda abertura,
 - el corte de un primer conjunto de circuito impreso y de un segundo conjunto de circuito impreso,
 - 10 - la colocación del segundo conjunto de circuito impreso sobre el primer conjunto de circuito impreso de modo que al menos una segunda porción rectilínea de bobinado del segundo sensor de corriente esté dispuesta enfrente de una primera porción rectilínea de bobinado del primer sensor de corriente, y
 - la soldadura del segundo conjunto de circuito impreso sobre el primer conjunto de circuito impreso.

Breve descripción de los dibujos

15 Otras ventajas y características se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción de unos modos particulares de realización de la invención, aportados a modo de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de medición de corriente que ilustra una disposición enfrentada de una primera porción rectilínea de bobinado de un primer sensor de corriente con una segunda porción rectilínea de bobinado de un segundo sensor de corriente, según un primer modo de realización,
- 20 - la figura 2 es una vista en perspectiva de un dispositivo de medición de corriente destinado a la medición de corriente en una red trifásica, que ilustra una disposición enfrentada de varias porciones rectilíneas de bobinado de varios sensores de corriente, según un modo de realización preferido,
- la figura 3 representa un ejemplo de disposición de zonas de soldadura entre un primer conjunto de circuito impreso y un segundo conjunto de circuito impreso para realizar una disposición enfrentada de varias porciones rectilíneas de bobinados de sensores de corriente,
- 25 - la figura 4A representa una vista despiezada del dispositivo de medición de corriente representado en la figura 2,
- la figura 4B es una vista en perspectiva del dispositivo de medición de corriente según un modo de realización preferido destinado a la medición de corriente para una red trifásica,
- la figura 5 representa unos diagramas de conexión de los bobinados que componen los sensores de corriente para un dispositivo de medición de corriente, como el representado en la figura 4B,
- 30 - la figura 6 representa un diagrama de bloques de un aparato de medición que integra un dispositivo de medición de corriente según la invención,
- la figura 7 representa una vista despiezada de un aparato de medición que integra un dispositivo de medición de corriente según la invención,
- 35 - la figura 8 representa un organigrama de un procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de corriente de la invención.

Descripción detallada de modos de realización preferidos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de medición de corriente 1 según un primer modo de realización. El dispositivo de medición 1 comprende un primer conjunto de circuito impreso 10 que consta de una primera abertura 13 para permitir el paso de una primera línea de corriente 2, no representada en la figura 1. El primer conjunto de circuito impreso 10 consta de una segunda abertura 14 para el paso de una segunda línea de corriente 3, no representada en la figura 1. Un primer sensor de corriente 16 está dispuesto alrededor de la primera abertura 13 para medir la corriente que circula por la primera línea de corriente 2 que atraviesa la primera abertura 13. El primer sensor de corriente 16 consta de un bobinado dispuesto alrededor de la primera abertura 13. Preferentemente, una primera porción rectilínea de bobinado 16a está dispuesta entre la primera abertura 13 y la segunda abertura 14.

El dispositivo de medición de corriente 1 comprende un segundo conjunto de circuito impreso 20, dispuesto en paralelo al primer conjunto de circuito impreso 10. El segundo conjunto de circuito impreso 20 está situado sobre el primer conjunto de circuito impreso 10, es decir, las caras de cobre del primer y segundo conjuntos de circuito impreso son paralelas entre sí. El segundo conjunto de circuito impreso 20 consta de una tercera abertura 24. Según la invención, el primer conjunto de circuito impreso 10 y el segundo conjunto de circuito impreso 20 están dispuestos de manera que la tercera abertura 24 esté colocada enfrente de la segunda abertura 14 con el fin de permitir el paso de la segunda línea de corriente 3 a través de la segunda abertura 14 y de la tercera abertura 24. El primer conjunto de circuito impreso 10 y el segundo conjunto de circuito impreso 20 preferentemente están adosados el uno al otro, la expresión "dispuesta enfrente" corresponde a una disposición de la segunda abertura 14 encarándose a la tercera abertura 24 para formar un paso continuo para la segunda línea de corriente 3. Un segundo sensor de corriente 26 está dispuesto alrededor de la tercera abertura 24 para medir la corriente que circula por la segunda línea de corriente 3 que atraviesa la tercera abertura 24. El segundo sensor de corriente 26 consta de un bobinado dispuesto alrededor de la tercera abertura 24. Preferentemente, una segunda porción rectilínea de bobinado 26a del segundo sensor de corriente 26 se dispone enfrente de la primera porción rectilínea de bobinado 16a del primer sensor de corriente 16. La expresión "dispuesta enfrente" significa que la dirección de la segunda porción rectilínea de bobinado 26a es paralela a la dirección de la primera porción rectilínea de bobinado 16a. El primer conjunto de circuito impreso 10 y el segundo

conjunto de circuito impreso 20 preferentemente están adosados, la primera porción rectilínea de bobinado 16a del primer sensor de corriente 16 y la segunda porción rectilínea de bobinado 26a del segundo sensor de corriente 26 están adosadas y dispuestas en una misma dirección, las porciones rectilíneas de bobinado 16a y 26a están orientadas según unos ejes paralelos. Tal disposición se ilustra en la figura 1 mediante unas líneas de puntos entre los extremos de la primera porción rectilínea de bobinado 16a del primer sensor de corriente 16 y la segunda porción rectilínea de bobinado 26a del segundo sensor de corriente 26.

El dispositivo de medición de corriente según la invención preferentemente está destinado a medir la corriente que circula por cada una de las líneas de corriente de una red trifásica. La figura 2 es una vista en perspectiva de un dispositivo de medición de corriente particularmente adecuado para una instalación eléctrica trifásica. Para ello, el primer conjunto de circuito impreso 10 consta de una cuarta abertura 15 destinada al paso de una tercera línea de corriente 4. Se forma un tercer sensor de corriente 17 en el primer conjunto de circuito impreso 10. Dicho tercer sensor de corriente 17 está dispuesto alrededor de la cuarta abertura 15 para medir la corriente que circula por la tercera línea de corriente 4, atravesando dicha tercera línea de corriente 4 la cuarta abertura 15. El tercer sensor de corriente 17 consta de un bobinado dispuesto alrededor de la cuarta abertura 15, constando dicho bobinado de una tercera porción rectilínea 17a entre la cuarta abertura 15 y la segunda abertura 14. El segundo sensor de corriente 26 consta de una cuarta porción rectilínea de bobinado 26b dispuesta para estar enfrente de la tercera porción rectilínea de bobinado 17a del tercer sensor de corriente 17. Por lo tanto, la primera porción rectilínea de bobinado 16a del primer sensor de corriente 16 está situada enfrente de la segunda porción rectilínea de bobinado 26a del segundo sensor de corriente 26 y la tercera porción rectilínea de bobinado 17a del tercer sensor de corriente 17 está situada enfrente de la cuarta porción rectilínea de bobinado 26b del segundo sensor 26. Esta disposición ventajosa al trespolillo de los tres sensores de corriente 16, 26 y 17, permite una realización industrial compacta: al estar la distancia entre las aberturas 13 y 14, así como la distancia entre las aberturas 14 y 15 limitada a la anchura de un solo bobinado del sensor actual, las aberturas 13, 14 y 15 pueden dimensionarse para dejar un paso máximo a las líneas de corriente 2, 3 y 4. Por otro lado, el primer y el segundo conjunto de circuito impreso 10, 20 están adosados y forman así un dispositivo de medición de corriente de poco grosor y, por lo tanto, compacto.

Ventajosamente, el primer, segundo y tercer sensores 16, 26, 17 son sensores de corriente de tipo Rogowski. Dicho sensor comprende un soporte de material no magnético y un bobinado que rodea un conductor eléctrico recorrido por una corriente a medir. Los conjuntos de circuito impreso 10, 20, primero y segundo, constituyen el soporte no magnético de los sensores de corriente 16, 26, 17. Los bobinados de los sensores de corriente 16, 26 y 17 están realizados por medio de pistas conductoras en la superficie del circuito impreso, estando las pistas de una cara de un conjunto de circuito impreso conectadas a las pistas de la cara opuesta del mismo conjunto de circuito impreso por unos orificios metalizados, también denominados "pasantes" o "vías". Esta técnica es convencional.

La realización industrial de un dispositivo de medición de corriente 1 de la invención plantea varios problemas:

- colocar con precisión y de manera reproducible en grandes series, la primera porción rectilínea de bobinado 16a enfrente de la segunda porción rectilínea de bobinado 26a y colocar simultáneamente la tercera porción rectilínea de bobinado 17a enfrente de la cuarta porción rectilínea de bobinado 26b, y
- asegurar un aislamiento eléctrico, por un lado, entre la primera porción rectilínea de bobinado 16a del primer sensor de corriente 16 y la segunda porción rectilínea de bobinado 26a y, por otro lado, entre la tercera porción rectilínea de bobinado 17a y la cuarta porción rectilínea de bobinado 26b.

Para resolver el problema de precisión de colocación, el primer conjunto de circuito impreso 10 consta de unas primeras zonas de soldadura 19a, 19b, 19c, 19d, el segundo conjunto de circuito impreso 20 consta de unas segundas zonas de soldadura 29a, 29b, 29c, 29d, como se ha representado en la figura 3. Cada una de las primeras zonas de soldadura 19a, 19b, 19c, 19d está dispuesta respectivamente enfrente de las segundas zonas de soldadura 29a, 29b, 29c, 29d. Por ejemplo, las primeras zonas de soldadura 19a están enfrente de las segundas zonas de soldadura 29a, las primeras zonas de soldadura 19b están enfrente de las segundas zonas de soldadura 29b, y así sucesivamente. Las zonas de soldadura están trazadas mediante un procedimiento de serigrafía lo que garantiza una colocación muy precisa y reproducible de dichas zonas. Se efectúa una aplicación de pasta de soldadura sobre las zonas de soldadura antes de soldar el segundo conjunto de circuito impreso 20 sobre el primer conjunto de circuito impreso 10 y luego, el segundo conjunto de circuito impreso 20 se coloca sobre el primer conjunto de circuito impreso 10. Un pase en un horno de refusión hace que la pasta de soldadura se funda. Esta crea una unión líquida entre las zonas de soldadura dispuestas enfrentadas entre sí y afina la colocación del segundo conjunto de circuito impreso 20 sobre el primer conjunto de circuito impreso 10 por la acción de la tensión superficial. De esta manera, la segunda porción rectilínea de bobinado 26a se dispone con precisión enfrente de la primera porción rectilínea de bobinado 16a. De la misma manera, la cuarta porción rectilínea de bobinado 26b se dispone enfrente de la tercera porción rectilínea de bobinado 17a. Esta solución técnica no requiere una guía mecánica y no requiere piezas adicionales.

Durante la licuefacción de la pasta de soldadura, en el momento de la soldadura, la masa del segundo conjunto de circuito impreso 20 tiende a aplastar la soldadura líquida y la segunda porción rectilínea de bobinado 26a corre el riesgo de entrar en contacto con la primera porción rectilínea de bobinado 16a, lo que es nefasto para el funcionamiento del dispositivo de medición de corriente. Existe un riesgo idéntico de contacto entre la cuarta porción rectilínea de bobinado 26b y la tercera porción rectilínea de bobinado 17a. Para garantizar un aislamiento eléctrico entre las porciones de bobinado situadas enfrentadas entre sí, la suma de las superficies de las zonas de soldadura 29a, 29b, 29c, 29d del

segundo conjunto de circuito impreso 20 es superior al 3 % de la superficie de una cara del segundo conjunto de circuito impreso 20. De esta manera, la cantidad de pasta de soldadura esparcida sobre las zonas de soldadura es suficiente para mantener al segundo conjunto de circuito impreso 20 a una distancia del orden de 100 a 125 micras del primer conjunto de circuito impreso 10. El enfriamiento de la pasta de soldadura fija de manera duradera la posición del segundo conjunto de circuito impreso 20 con respecto al primer conjunto de circuito impreso 10. Por lo tanto, así no hay riesgo de contacto entre las diferentes porciones de bobinado. Además, las zonas de soldadura 29a, 29b, 29c, 29d están distribuidas de la manera más uniforme posible sobre la superficie del segundo conjunto de circuito impreso 20 para distribuir uniformemente la masa del segundo conjunto de circuito impreso 20 sobre el conjunto de las zonas de soldadura 29a, 29b, 29c, 29d. Unas zonas de conexión 19e y 29e adicionales están dispuestas, respectivamente, en el primer conjunto de circuito impreso 10 y en el segundo conjunto de circuito impreso 20 para asegurar la conexión eléctrica del segundo sensor de corriente 26 a un circuito de medición 51.

En una instalación trifásica, la gran proximidad entre las diferentes líneas de corriente 2, 3, 4 y los sensores de corriente 16, 17, 26 puede ser una fuente de perturbación de las mediciones de corriente. Con el fin de limitar cualquier influencia parasitaria, como se ha representado en la figura 4A, el primer conjunto de circuito impreso 10 está formado por un primer circuito impreso 11 adherido a un segundo circuito impreso 12 por medio de un primer tejido 18 preimpregnado de resina. Ventajosamente, en el transcurso de la operación de adhesión, la resina llena las vías de los circuitos impresos 11, 12, primero y segundo, y asegura un taponamiento de dichas vías tras la polimerización de la resina. Esta operación favorece una aplicación uniforme de barniz protector sobre las caras del primer conjunto de circuito impreso durante una etapa posterior de fabricación. El primer circuito impreso 11 es el soporte de un primer bobinado 161, el segundo circuito impreso es el soporte de un segundo bobinado 162. El primer bobinado 161 y el segundo bobinado 162 forman parte del primer sensor de corriente 16. El primer bobinado 161 y el segundo bobinado 162 constituyen una primera y una segunda capa de bobinas con un mismo volumen. La orientación de las espiras del primer bobinado 161 y del segundo bobinado 162 es, preferentemente, tal y como se describe en el documento EP 3 171 182 A1. El primer bobinado 161 y el segundo bobinado 162 están dispuestos enfrentados, tal como se ha representado en la figura 4A. Del mismo modo, el segundo conjunto de circuito impreso 20 está formado por un tercer circuito impreso 21 adherido a un cuarto circuito impreso 22 por medio de un segundo tejido preimpregnado de resina 28, asegurando también la resina un taponamiento de las vías de los circuitos impresos 21, 22, tercero y cuarto. El segundo circuito impreso 12 es el soporte de un tercer bobinado 261, el cuarto circuito impreso 22 es el soporte de un cuarto bobinado 262. El tercer bobinado 261 y el cuarto bobinado 262 forman parte del segundo sensor de corriente 26 y están dispuestos de manera similar al primer bobinado 161 y al segundo bobinado 162. En particular, el tercer bobinado 261 y el cuarto bobinado 262 tienen el mismo volumen. El tercer sensor de corriente 17 está construido y dispuesto de manera similar al primer sensor de corriente 16. Los diagramas de conexión de los bobinados que componen los sensores de corriente 16, 17 y 26 están representados en la figura 5. El primer bobinado 161 y el segundo bobinado 162 del primer sensor de corriente 16 están conectados en serie. Del mismo modo, el tercer bobinado 261 y el cuarto bobinado 262 están conectados en serie.

Los circuitos impresos 11, 12, 21 y 22, primero, segundo, tercero y cuarto, son ventajosamente circuitos impresos de doble cara cuyo coste es bajo. La asociación de dos en dos de los circuitos impresos es económicamente mucho más interesante que el empleo de un único circuito impreso de tecnología multicapa. Además, el empleo de un primer y de un segundo tejido preimpregnado 18, 28 aporta, sin coste adicional y sin una operación industrial adicional, un aislamiento eléctrico entre el primer y segundo bobinados 161, 162 y entre el tercer y cuarto bobinados 261, 262, respectivamente.

El dispositivo de medición de corriente 1 debe ser tal que, para una misma corriente que circula por las líneas de corriente, la señal suministrada por todos los sensores de corriente debe ser la misma. Al ser los sensores del tipo Rogowski, la señal suministrada depende de la superficie de las espiras de los bobinados de dichos sensores. Para garantizar una superficie constante y uniforme de las espiras de todos los sensores de corriente del dispositivo de medición 1, los circuitos impresos 11, 12, 21, 22, primero, segundo, tercero y cuarto, están fabricados a partir de una misma placa de circuito impreso. De esta manera, el grosor del primer, segundo, tercer y cuarto circuitos impresos 11, 12, 21, 22 es idéntico. Por otro lado, los bobinados se forman mediante una técnica de grabado de las capas de cobre depositadas en la superficie de los circuitos impresos. Esta técnica de grabado presenta una precisión y finura muy elevadas debido a su uso en la etapa industrial para la fabricación de equipos electrónicos. De esta manera, la variación de la superficie de las espiras de los bobinados de los sensores de corriente 161, 162, 261, 262 de un mismo dispositivo de medición de corriente 1 es extremadamente pequeña, la variación de señal proporcionada por dos sensores de corriente de un mismo dispositivo de medición 1 también será extremadamente pequeña. Este procedimiento de fabricación del dispositivo de medición de corriente 1 se presta, por lo tanto, a una realización de grandes series industriales. Preferentemente, la placa de circuito impreso tiene un grosor superior a 1,5 milímetros para maximizar la superficie de las espiras de los bobinados de los sensores. Los grosores de 1,56 mm o 2 mm son grosores estandarizados.

Un barniz protector, aplicado sobre las caras de los conjuntos de circuito impreso, primero y segundo, aísla, en particular, las espiras de los bobinados 161 y 262 y evita cualquier contacto entre dichos bobinados 161 y 262.

La figura 4B es una vista en perspectiva del dispositivo de medición de corriente 1 después de la soldadura del segundo conjunto de circuito impreso 20 sobre el primer conjunto de circuito impreso 10. El dispositivo de medición de corriente 1 representado corresponde a un modo de realización preferido destinado a medir la corriente en una red trifásica. Tal

dispositivo es particularmente adecuado para implantarse en un aparato de medición de corriente.

La invención también se refiere a un aparato de medición 5 destinado a medir la corriente que circula, al menos, por dos líneas de corriente 2, 3 de una instalación eléctrica. Tal aparato de medición 5, como el ilustrado en la figura 6, consta de:

- 5 - un circuito de medición 51 para medir la amplitud de señales eléctricas,
- un circuito de comunicación 52 conectado al circuito de medición 51 para transmitir resultados de medición de las señales medidas,
- un circuito de alimentación 53 para alimentar el circuito de medición 51 y el circuito de comunicación 52, y
- un dispositivo de medición de corriente 1, como el que se ha descrito anteriormente.

10 El dispositivo de medición de corriente 1 está conectado al circuito de medición 51 para suministrar a dicho circuito de medición señales representativas de las corrientes que circulan por las, al menos dos, líneas de corriente 2, 3. Para ello, la primera línea de corriente 2 pasa por la primera abertura 13 del primer conjunto de circuito impreso 10. La segunda línea de corriente 3 pasa por la segunda abertura 14 del primer conjunto de circuito impreso 10 y pasa por la tercera abertura 24 del segundo conjunto de circuito impreso 20. Si hay una tercera línea de corriente 4, esta pasa por la cuarta abertura 15 del primer conjunto de circuito impreso 10.

15 En la figura 7 se ha representado una realización industrial de un aparato de medición 5 en forma de vista despiezada. El dispositivo de medición de corriente 1 está retenido mecánicamente en una primera media carcasa 63. Ventajosamente, ciertos componentes del circuito de medición 51 están implantados en los circuitos impresos 11, 12, 21, 22, primero, segundo, tercero y cuarto, lo más cerca posible de los sensores de corriente 16, 26, 17 para reducir la distancia entre los sensores y el circuito de medición. La inmunidad de los sensores de corriente a las perturbaciones externas se ve así reforzada. Los circuitos de comunicación 52 y de alimentación 53 están agrupados en una tarjeta electrónica 54. Un módulo de material aislante separa el dispositivo de medición de corriente 1 de la tarjeta electrónica 54. Las conexiones eléctricas preferentemente cableadas entre el dispositivo de medición de corriente 1 y la tarjeta electrónica 54 no están representadas en la figura 7. Una segunda media carcasa 61 asegura la retención mecánica de la tarjeta electrónica 54. La primera y segunda medias carcasas 61 y 63 aseguran un centrado del dispositivo de medición de corriente 1 alrededor de las líneas de corriente 2, 3 y 4 y también una protección y un aislamiento eléctrico del dispositivo de medición de corriente 1 y de la tarjeta electrónica 54 frente al usuario y a los equipos circundantes.

La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de corriente 1 como el que se ha descrito anteriormente. el procedimiento de fabricación consta de las siguientes etapas:

- 30 - el corte 100 de una placa madre de circuito impreso en una primera placa destinada a la realización de los circuitos impresos 11, 21, primero y tercero, y una segunda placa de circuito impreso destinada a la realización de los circuitos impresos 12, 22, segundo y cuarto,
- el primer grabado 110, en una primera cara de la primera placa, de unas primeras pistas correspondientes a los bobinados 161, 261, primero y tercero, del primer y del, al menos un, segundo sensor de corriente 16, 26 y el grabado en la segunda placa de circuito impreso, de unas primeras pistas correspondientes a los bobinados 162, 262, segundo y cuarto, del primero y del, al menos un segundo sensor de corriente 16, 26,
- 35 - la perforación y la metalización 120 de unas primeras vías para conectar las primeras pistas a unas segundas pistas grabadas posteriormente en las segundas caras de las placas de circuito impreso,
- la adhesión 130 de la primera placa de circuito impreso a la segunda placa de circuito impreso, por medio de un primer tejido 18 preimpregnado de resina, estando la primera cara de la primera placa enfrente de la primera cara de la segunda placa de circuito impreso,
- 40 - el segundo grabado 140, en una segunda cara de la primera placa, de unas segundas pistas correspondientes a los bobinados 161, 261, primero y tercero, y el grabado en una segunda cara de la segunda placa de circuito impreso, de unas segundas pistas correspondientes a los bobinados 162, 262, segundo y cuarto,
- 45 - la perforación y la metalización 150 de unas segundas vías para conectar las pistas entre la primera cara y la segunda cara de la primera placa y de la segunda placa de circuito impreso,
- la aplicación de un barniz protector 160 sobre la segunda cara de la primera placa y sobre la segunda cara de la segunda placa de circuito impreso,
- el corte 170 de al menos una primera y de una segunda abertura 13, 14,
- 50 - el corte 180 de un primer conjunto de circuito impreso 10 y de un segundo conjunto de circuito impreso 20,
- la colocación 190 del segundo conjunto de circuito impreso 20 sobre el primer conjunto de circuito impreso 10 de modo que al menos una segunda porción rectilínea de bobinado 26a del segundo sensor de corriente 26 esté dispuesta enfrente de una primera porción rectilínea de bobinado 16a del primer sensor de corriente 16, y
- la soldadura 200 del segundo conjunto de circuito impreso 20 sobre el primer conjunto de circuito impreso 10.

55 Como variante, es posible empezar el procedimiento de fabricación por la etapa de primer grabado 110 y luego la etapa de perforación y metalización 120 antes de pasar a la etapa de corte 100 de la placa madre de circuito impreso.

Tal dispositivo de medición de corriente eléctrica que circula por las líneas de una instalación eléctrica, en particular, una instalación trifásica, es particularmente compacto y proporciona mediciones precisas, poco influenciadas por perturbaciones externas. Se puede realizar una fabricación industrial económica de series grandes en una cadena de

fabricación de placas electrónicas utilizando la tecnología del circuito impreso.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición de corriente (1) que circula al menos por dos líneas de corriente (2, 3) de una instalación eléctrica **caracterizado porque** comprende:

- un primer conjunto de circuito impreso (10) que consta de:

- 5 - una primera abertura (13) para el paso de una primera línea de corriente (2),
- una segunda abertura (14) para el paso de una segunda línea de corriente (3), y
- un primer sensor de corriente (16) dispuesto alrededor de la primera abertura (13) para medir la corriente que circula por la primera línea de corriente (2), constando dicho primer sensor de corriente de al menos una primera porción rectilínea de bobinado (16a) dispuesta entre la primera abertura (13) y la segunda abertura (14),

10 - un segundo conjunto de circuito impreso (20), dispuesto en paralelo al primer conjunto de circuito impreso (10), constando dicho segundo conjunto de:

- una tercera abertura (24), enfrente de la segunda abertura (14), para el paso de la segunda línea de corriente (3),
- 15 - un segundo sensor de corriente (26) dispuesto alrededor de la tercera abertura (24) para medir la corriente que circula por la segunda línea de corriente (3) que atraviesa la tercera abertura (24), constando dicho segundo sensor (26) de al menos una segunda porción rectilínea de bobinado (26a) dispuesta enfrente de la primera porción rectilínea de bobinado (16a) del primer sensor de corriente (16).

2. Dispositivo de medición de corriente (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque**:

- 20 - el primer conjunto de circuito impreso (10) consta de una cuarta abertura (15) destinada al paso de una tercera línea de corriente (4),
- un tercer sensor de corriente (17), formado en el primer conjunto de circuito impreso (10), está dispuesto alrededor de la cuarta abertura (15) para medir la corriente que circula por la tercera línea de corriente (4), y porque
- el tercer sensor de corriente (17) consta al menos de una tercera porción rectilínea de bobinado (17a) dispuesta entre la segunda abertura (14) y la cuarta abertura (15).

25 3. Dispositivo de medición de corriente (1) según una de las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizado porque** los sensores (16, 26, 17), primero, segundo y tercero, son sensores de corriente de tipo Rogowski.

4. Dispositivo de medición de corriente (1) según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el segundo sensor de corriente (26) consta de una cuarta porción rectilínea de bobinado (26b) dispuesta enfrente de la tercera porción rectilínea de bobinado (17a) del tercer sensor de corriente (17).

30 5. Dispositivo de medición de corriente (1) según una de las reivindicaciones 3 o 4 **caracterizado porque** el primer conjunto de circuito impreso (10) consta de unas primeras zonas de soldadura (19a, 19b, 19c, 19d), y porque el segundo conjunto de circuito impreso (20) consta de unas segundas zonas de soldadura (29a, 29b, 29c, 29d) dispuestas enfrente de las primeras zonas de soldadura (19a, 19b, 19c, 19d) para soldar el segundo conjunto de circuito impreso (20) sobre el primer conjunto de circuito impreso (10), de modo que la segunda porción rectilínea de bobinado (26a) esté dispuesta enfrente de la primera porción rectilínea de bobinado (16a) y que la cuarta porción rectilínea de bobinado (26b) esté dispuesta enfrente de la tercera porción rectilínea de bobinado (17a).

6. Dispositivo de medición de corriente (1) según la reivindicación 5 **caracterizado porque** la suma de las superficies de las zonas de soldadura (29a, 29b, 29c, 29d) del segundo conjunto de circuito impreso (20) es superior al 3 % de la superficie de una cara del segundo conjunto de circuito impreso (20).

40 7. Dispositivo de medición de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado porque** el primer conjunto de circuito impreso (10) está formado por un primer circuito impreso (11) adherido a un segundo circuito impreso (12) por medio de un primer tejido (18) preimpregnado de resina y porque el segundo conjunto de circuito impreso (20) está formado por un tercer circuito impreso (21) adherido a un cuarto circuito impreso (22) por medio de un segundo tejido (28) preimpregnado de resina.

45 8. Dispositivo de medición de corriente (1) según la reivindicación 7 **caracterizado porque**:

- el primer sensor de corriente (16) comprende un primer bobinado (161) formado en el primer circuito impreso (11) y comprende un segundo bobinado (162) formado en el segundo circuito impreso (12), teniendo el primer bobinado (161) y el segundo bobinado (162) el mismo volumen y estando conectados en serie, y porque
- 50 - el segundo sensor de corriente (26) comprende un tercer bobinado (261) formado en el tercer circuito impreso (21) y comprende un cuarto bobinado (262) formado en el cuarto circuito impreso (22), teniendo el tercer bobinado (261) y el cuarto bobinado (262) el mismo volumen y estando conectados en serie.

9. Dispositivo de medición de corriente (1) según la reivindicación 8 **caracterizado porque** los circuitos impresos (11, 12, 21, 22), primero, segundo, tercero y cuarto, están fabricados a partir de una misma placa de circuito impreso.

10. Dispositivo de medición de corriente (1) según la reivindicación 9 **caracterizado porque** la placa de circuito impreso tiene un grosor superior a 1,5 milímetros.

5 11. Dispositivo de medición de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer conjunto de circuito impreso (10) y el segundo conjunto de circuito impreso (20) constan de unas caras recubiertas de un barniz protector.

12. Aparato de medición (5) de la corriente que circula, al menos, por dos líneas de corriente (2, 3) de una instalación eléctrica, constando dicho aparato de medición (5) de:

- 10
- un circuito de medición (51) para medir la amplitud de señales eléctricas,
 - un circuito de comunicación (52) conectado al circuito de medición (51) para transmitir resultados de medición de las señales medidas, y
 - un circuito de alimentación (53) para alimentar el circuito de medición (51) y el circuito de comunicación (52),

15 **caracterizado porque** consta de un dispositivo de medición de corriente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, conectado al circuito de medición (51) para suministrar a dicho circuito de medición señales representativas de las corrientes que circulan por las, al menos dos, líneas de corriente (2, 3), pasando una primera línea de corriente (2) por una primera abertura (13) del dispositivo de medición de corriente (1) y pasando una segunda línea de corriente (3) por una segunda abertura (14) y una tercera abertura (24) del dispositivo de medición de corriente (1).

13. Procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de corriente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** dicho procedimiento consta de las siguientes etapas:

- 20
- el corte (100) de una placa madre de circuito impreso en una primera placa destinada a la realización de los circuitos impresos 11, 21, primero y tercero, y una segunda placa de circuito impreso destinada a la realización de los circuitos impresos 12, 22, segundo y cuarto,
 - el primer grabado (110), en una primera cara de la primera placa, de unas primeras pistas correspondientes a los bobinados (161, 261), primero y tercero, de un primer y de al menos un segundo sensor de corriente (16, 26) y el grabado en la segunda placa de circuito impreso, de unas primeras pistas correspondientes a los bobinados (162, 262), segundo y cuarto, de un primer y de al menos un segundo sensor de corriente (16, 26),
 - la perforación y la metalización (120) de unas primeras vías para conectar las primeras pistas,
 - la adhesión (130) de la primera placa de circuito impreso a la segunda placa de circuito impreso por medio de un primer tejido (18) preimpregnado de resina, estando la primera cara de la primera placa enfrente de la primera cara de la segunda placa de circuito impreso,
 - el segundo grabado (140), en una segunda cara de la primera placa, de unas segundas pistas correspondientes a los bobinados (161, 261), primero y tercero, y el grabado, en una segunda cara de la segunda placa de circuito impreso, de unas segundas pistas correspondientes a los bobinados (162, 262), segundo y cuarto,
 - la perforación y la metalización (150) de unas segundas vías para conectar las pistas entre la primera cara y la segunda cara de la primera placa y de la segunda placa de circuito impreso,
 - la aplicación de un barniz protector (160) sobre la segunda cara de la primera placa y sobre la segunda cara de la segunda placa de circuito impreso,
 - el corte (170) de al menos una primera y de una segunda abertura (13, 14),
 - el corte (180) de un primer conjunto de circuito impreso (10) y de un segundo conjunto de circuito impreso (20),
 - la colocación (190) del segundo conjunto de circuito impreso (20) sobre el primer conjunto de circuito impreso (10) de modo que al menos una segunda porción rectilínea de bobinado (26a) del segundo sensor de corriente (26) esté dispuesta enfrente de una primera porción rectilínea de bobinado (16a) del primer sensor de corriente (16), y
 - la soldadura (200) del segundo conjunto de circuito impreso (20) sobre el primer conjunto de circuito impreso (10).
- 35
- 40

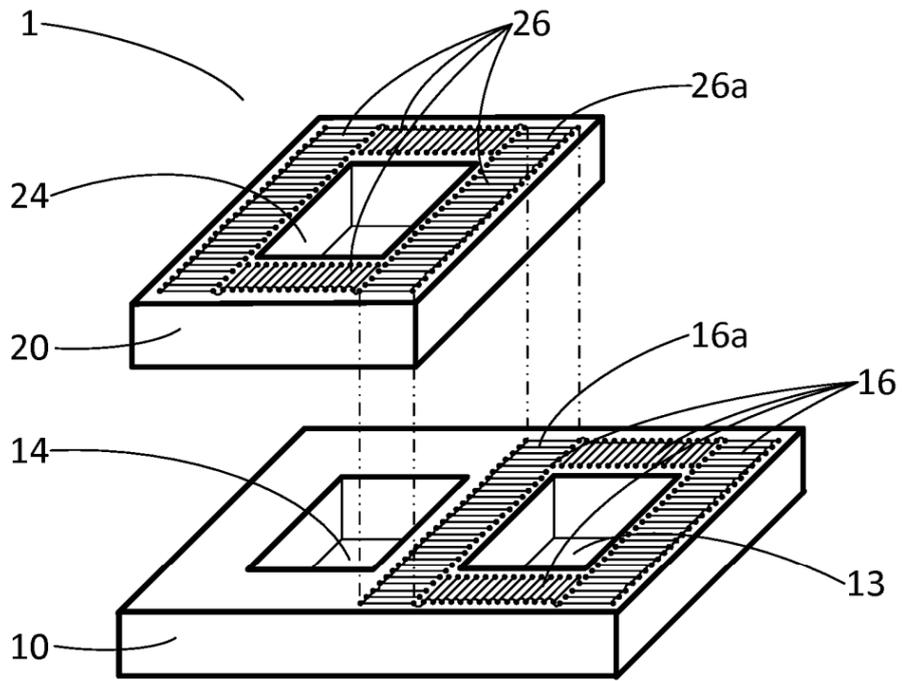


FIG.1

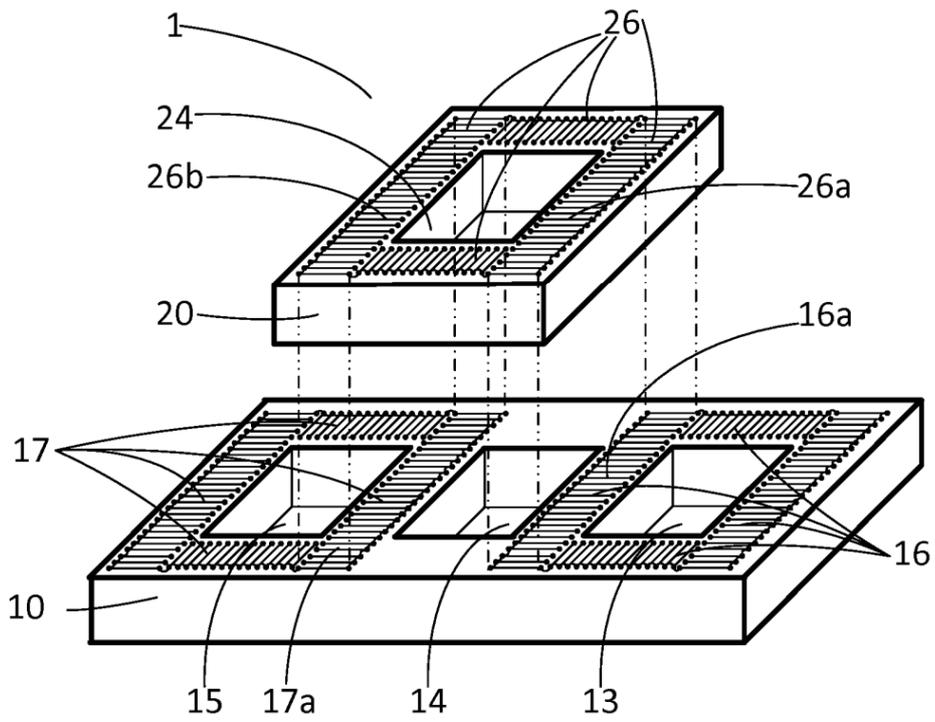


FIG.2

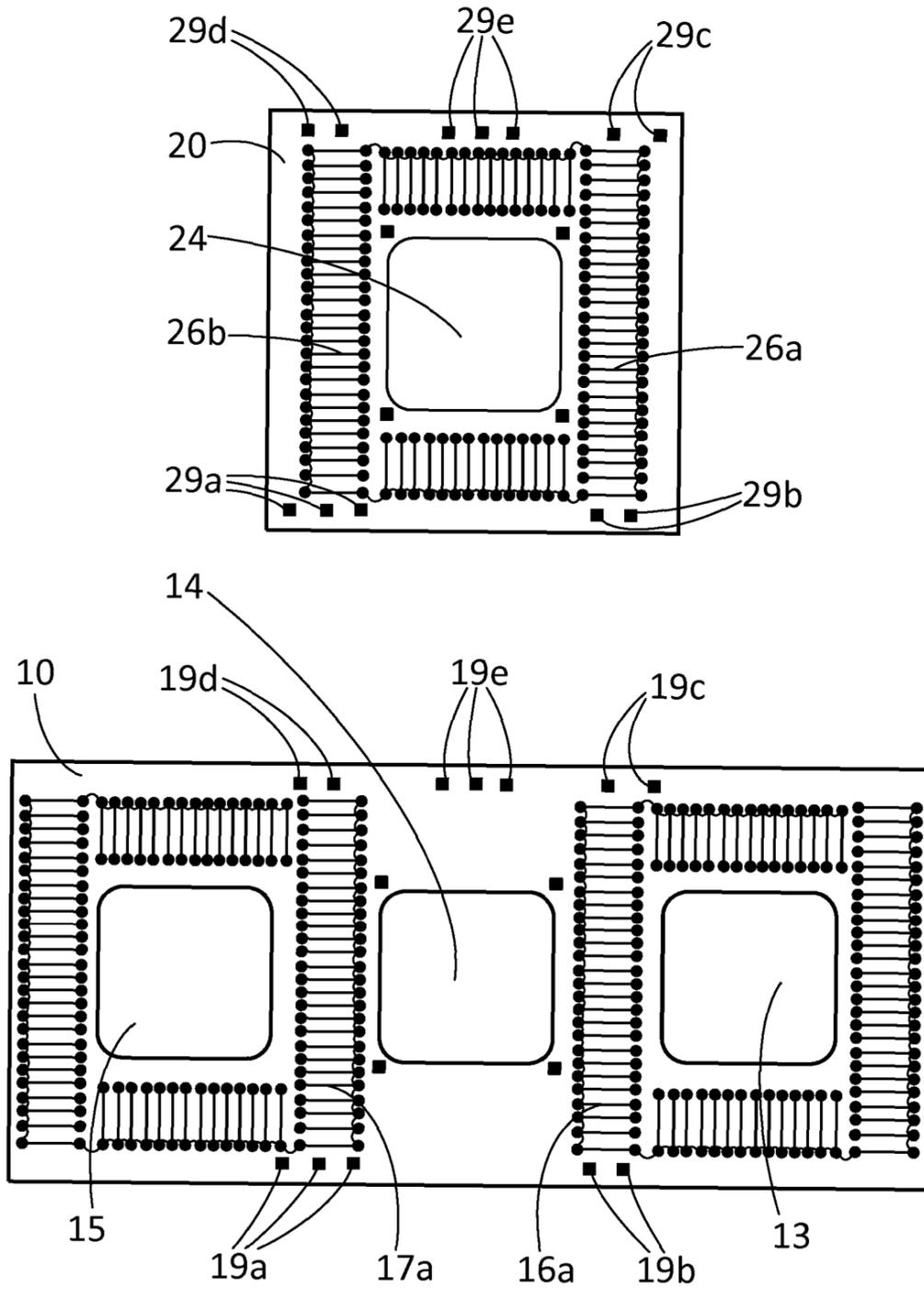


FIG.3

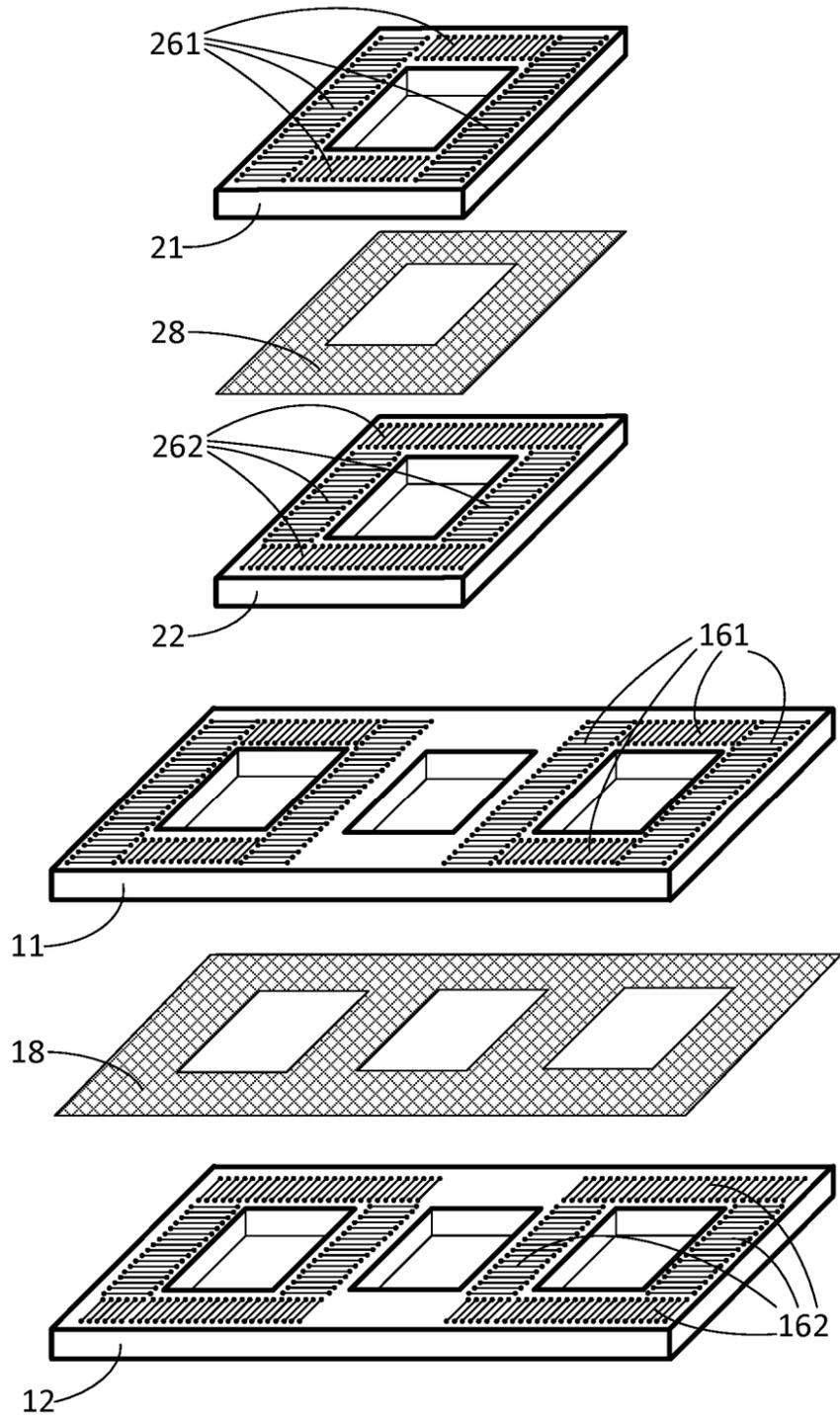


FIG.4A

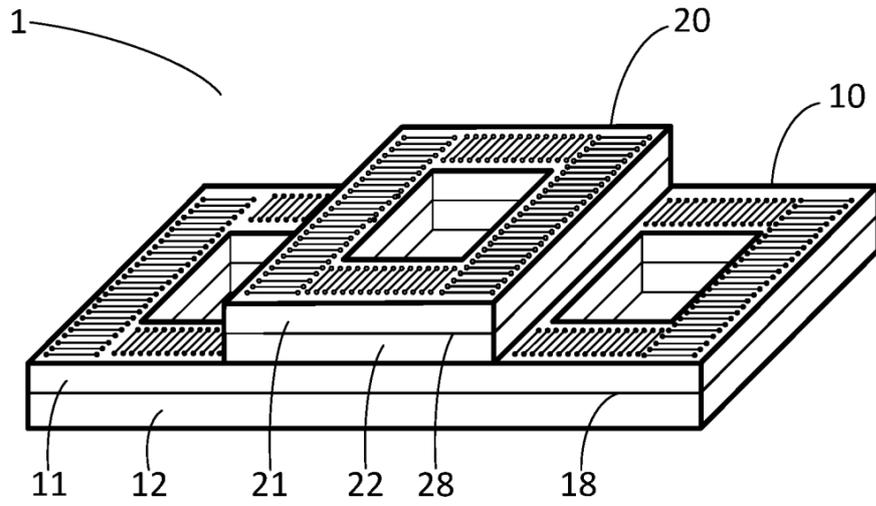


FIG.4B

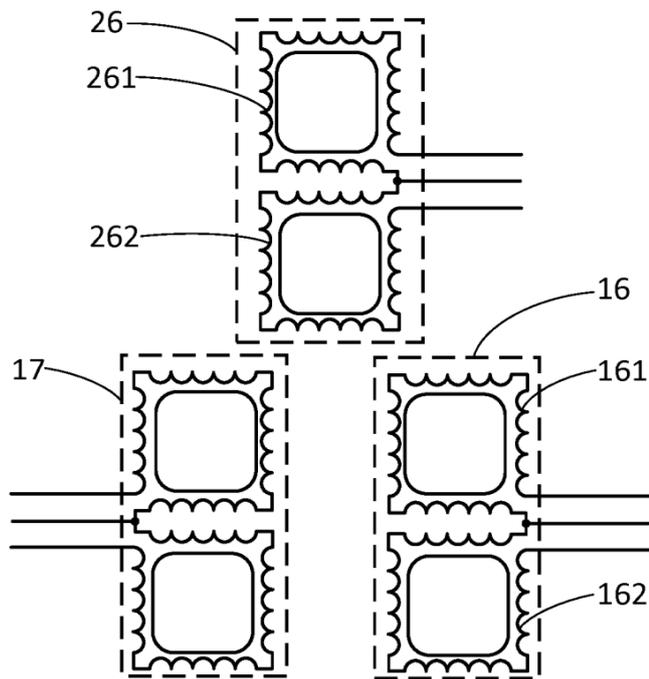


FIG.5

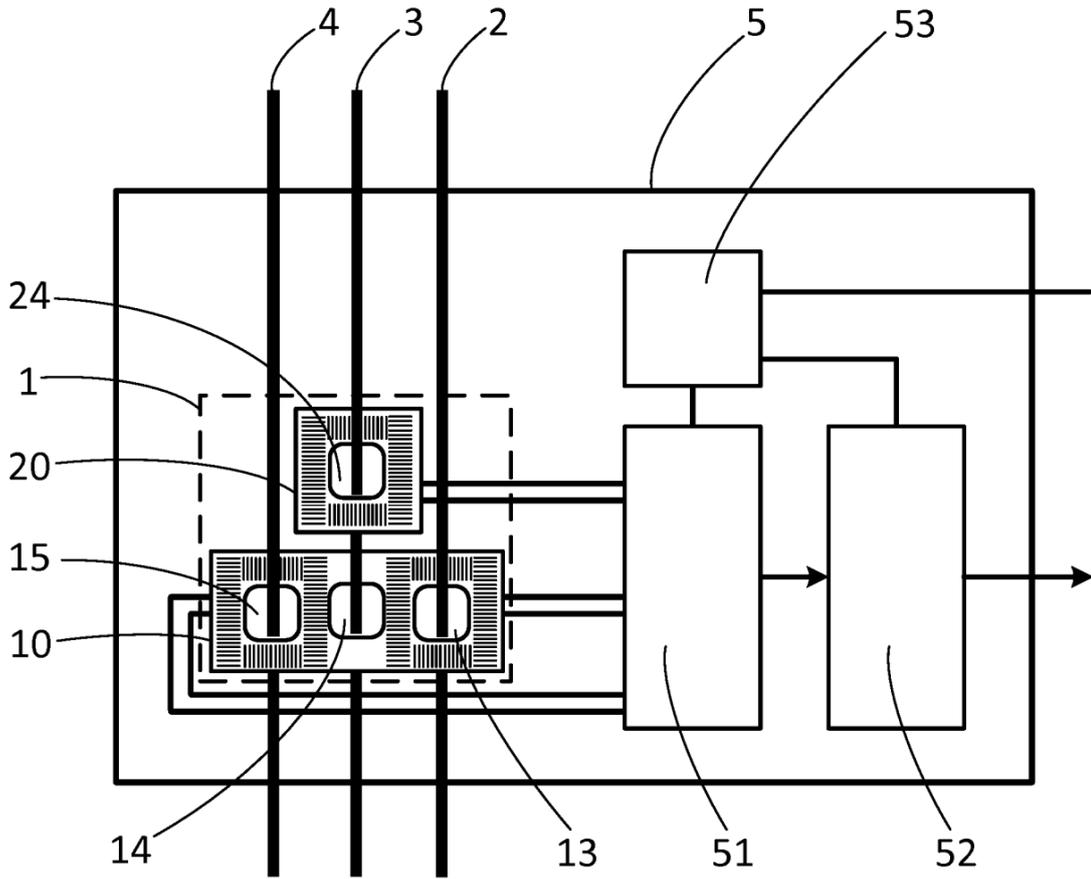


FIG.6

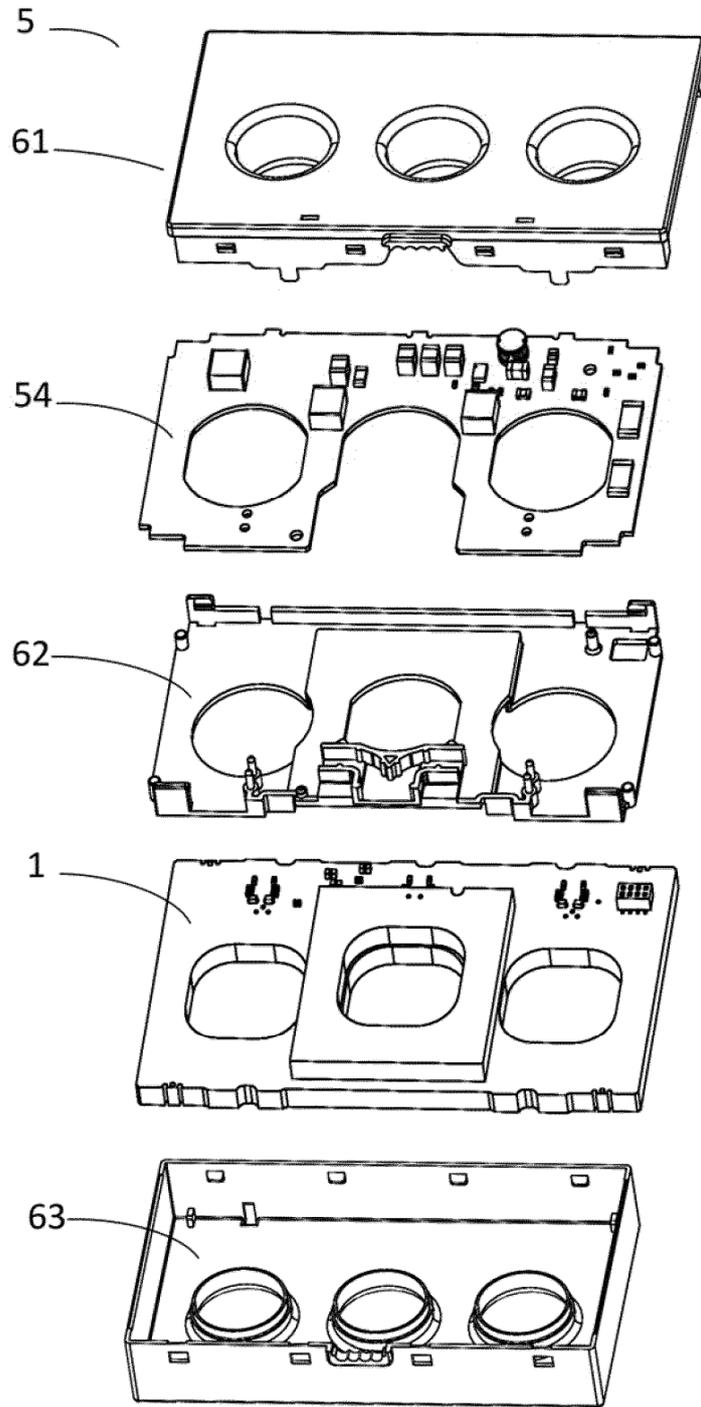


FIG.7

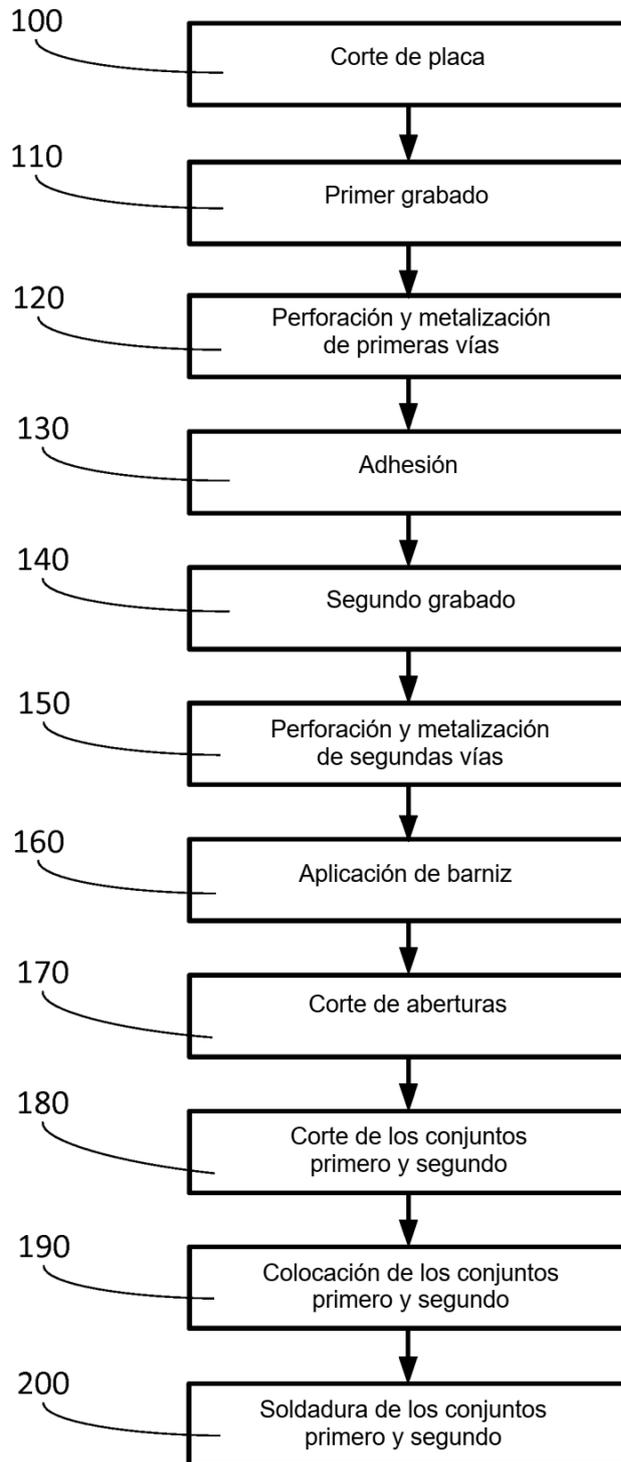


FIG.8