

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 473**

51 Int. Cl.:

G01R 15/18 (2006.01)

H02H 1/00 (2006.01)

H02H 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2016** **E 16199248 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020** **EP 3182143**

54 Título: **Sensor de medición de corriente tipo toroide de Rogowski, dispositivo de medición y protección y disyuntor eléctrico que incluye tal sensor**

30 Prioridad:

15.12.2015 FR 1562390

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

27.07.2020

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)

35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:

LOGLISCI, DAVID;
BUFFAT, SÉBASTIEN;
RAPEAUX, MICHEL;
SICARD, STÉPHANE y
ALBAN, STÉPHANE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 775 473 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor de medición de corriente tipo toroide de Rogowski, dispositivo de medición y protección y disyuntor eléctrico que incluye tal sensor

Campo técnico

5 La invención se refiere a un sensor de medición de corriente del tipo toroide de Rogowski comprendiendo un soporte fabricado con material no magnético y un devanado secundario enrollado sobre dicho soporte para proporcionar una señal eléctrica representativa de una corriente que circula en un conductor que pasa a través del interior del toroide.

La invención también se refiere a un dispositivo de medición y protección eléctrica y un disyuntor eléctrico comprendiendo dicho sensor.

10 **Estado de la técnica**

Los toroides de Rogowski son generalmente conocidos en el campo de los disyuntores de potencia equipados con dispositivos electrónicos de disparo. Estos se utilizan por la calidad de su linealidad y gran medición dinámica, dado que no tienen un circuito magnético que pueda saturarse. Por lo tanto, la precisión está directamente relacionada con la regularidad del bobinado y con la sección del sensor.

15 En las solicitudes de patente EP2667205A1 y US2014132249A1 se describen ejemplos de sensores de toroide de Rogowski usados en disyuntores. La patente US5982265 muestra otro sensor de toroide de Rogowski con sección ovalada. En los documentos US2008/007249 y US2006/176140 se describen otros toroides con ranuras.

La señal de salida de un toroide de Rogowski viene dada por la fórmula:

$$V = \mu n S \frac{di}{dt}$$

20 en la que V es el voltaje de la señal de salida suministrado por el toroide de Rogowski,

S es la sección de una espira,

μ_0 es la permeabilidad,

n es el número de espiras, y

di/dt es la derivada de una corriente primaria con respecto al tiempo.

25 Por lo tanto, el voltaje administrado por el toroide es una función de la superficie total de las espiras y la precisión del voltaje está directamente relacionada con las variaciones dimensionales del soporte de las espiras.

De acuerdo con las técnicas de fabricación, los soportes de bobinado de toroides de Rogowski generalmente se fabrican con tubos de plástico flexibles o por moldeo de una pieza de plástico rígido.

30 Estas piezas de plástico rígido tienen formas estables y son fáciles de industrializar en series muy grandes. Sin embargo, es difícil lograr una precisión de medición mejor que 1% sin usar un sistema de calibración.

Por otro lado, en los disyuntores hay muy poco espacio disponible y la dinámica de la temperatura ambiente es muy importante, por ejemplo, desde -40°C al arrancar el disyuntor en entornos hostiles como montañas altas o zonas árticas hasta 180°C para un disyuntor que funciona a corriente nominal en un ambiente muy cálido como la zona ecuatorial o tropical.

35 Tales variaciones generan expansiones o cambios en el tamaño de la sección de soporte que afecta la precisión de la señal de salida.

Además, durante la fabricación, la contracción durante la fase de moldeo es difícil de controlar con un soporte sólido o un soporte hueco. Esto también contribuye a alterar la medición cuando se busca una alta precisión para los toroides fabricados en serie.

40 **Declaración de la invención**

El objeto de la invención es un sensor de toroide de Rogowski muy preciso que se puede fabricar en serie y que es poco sensible a las variaciones de temperatura, así como un dispositivo de protección y un disyuntor comprendiendo dicho sensor.

45 De acuerdo con la invención, en un sensor de medición de corriente del tipo toroide de Rogowski comprendiendo un soporte fabricado con materiales no magnéticos y un devanado secundario enrollado en dicho soporte para proporcionar una señal eléctrica representativa de una corriente que fluye en un conductor que pasa por el interior del

toroide, dicho soporte está fabricado esencialmente con material plástico rígido moldeado y comprende al menos una cavidad externa distribuida a lo largo del o circunferencialmente al cuerpo del soporte, en el que la cavidad comprende al menos dos ranuras separadas por un tabique.

- 5 Preferentemente, dicho soporte tiene una sección que tiene una forma cuadrilátera con ángulos redondeados, una cara interna, una cara externa y dos caras laterales.

Ventajosamente, al menos una de las caras del soporte comprende dicha cavidad comprendiendo al menos dos ranuras separadas por un tabique. En particular, al menos una de las dos caras laterales del soporte tiene al menos dos ranuras separadas por un tabique. Preferentemente, las dos caras laterales del soporte tienen al menos dos ranuras separadas por un tabique.

- 10 Preferentemente, dicha sección del soporte toroidal tiene una forma sustancialmente trapezoidal con ángulos redondeados. Ventajosamente, la cara interna y la cara externa del soporte trapezoidal forman un ángulo recto de más o menos 8 a 20 grados con respecto a las caras laterales.

Preferentemente, el soporte incluye refuerzos distribuidos a lo largo de las ranuras para mantener el tabique.

- 15 En una realización particular, el soporte consiste en resina amorfa con una temperatura de transición vítrea superior a 200°C. Preferentemente, la resina se carga con cuentas o fibras de vidrio de un tamaño inferior a 200 µm. Preferentemente, la resina se carga entre 20 y 50%.

- 20 Un dispositivo de medición y protección eléctrica para un disyuntor comprendiendo una unidad de procesamiento para recibir señales representativas de la corriente eléctrica de acuerdo con la invención comprende un sensor de medición como se definió anteriormente conectado a la unidad de procesamiento para suministrar una señal representativa de una corriente que circula en un conductor eléctrico.

Un disyuntor eléctrico de acuerdo con la invención comprende al menos un contacto principal para cortar una corriente en un circuito eléctrico, un mecanismo de control de la apertura del contacto eléctrico y un dispositivo de medición y protección que suministra una señal de control al mecanismo de control que incluye un sensor de medición como se definió anteriormente conectado a una unidad de procesamiento del dispositivo de medición y protección.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Otras ventajas y características surgirán más claramente de la siguiente descripción, de realizaciones particulares de la invención, proporcionadas a modo de ejemplos no limitativos, y representadas en los dibujos adjuntos en los que:

- la Figura 1 representa una vista en corte de un soporte toroidal de acuerdo con una primera realización de la invención;
- 30 - la Figura 2 muestra una vista superior del soporte de la Figura 1 de acuerdo con una variante de la primera realización de la invención;
- la Figura 3 muestra una vista en corte de un soporte toroidal de acuerdo con la segunda realización de la invención;
- las Figuras 4 y 5 muestran vistas en perspectiva mostrando la parte superior e inferior del soporte de la Figura 3 de acuerdo con la segunda realización de la invención;
- 35 - la Figura 6 muestra un diagrama de un disyuntor eléctrico que comprende un sensor de acuerdo con un modo de realización de la invención.

Descripción detallada de los modos de realización

- 40 La Figura 1 representa una vista en corte de un soporte toroidal 1 de acuerdo con una primera realización de la invención. El soporte está fabricado con materiales no magnéticos, tal como plástico rígido moldeado. Un devanado secundario 5 se enrolla sobre el soporte para proporcionar una salida de señal eléctrica desde el sensor de Rogowski. El devanado reviste toda la circunferencia del soporte, sin embargo, para mostrar la estructura del soporte, se muestra una sola espira 6 en la Figura 1. Este soporte 1 tiene al menos una cavidad externa distribuida a lo largo de o circunferencialmente al cuerpo del soporte. Esta cavidad 2 comprende al menos dos ranuras 3 separadas por un tabique 4.

- 45 La altura del tabique 4 contribuye a la definición de la sección del soporte y evita que el alambre de devanado se aplaste en la ranura al manipular el toroide. Estas ranuras son, en particular, espacios vacíos usados para localizar la contracción del plástico durante la operación de moldeo en un área que no influye en la sección de las espiras. Por lo tanto, las ranuras eliminan el efecto de contracción del material plástico después del moldeo. Con esta cavidad, las variaciones dimensionales entre la fase de moldeo y la fase del producto terminado son muy reducidas.

- 50 La forma de la sección puede ser ovalada, redonda pero preferentemente con cuatro caras correspondientes a los lados de un cuadrilátero. Esta forma facilita la manipulación del toroide por parte de un operador al montar el sensor

en su carcasa protectora y evita el aplastamiento del alambre del devanado secundario. Preferentemente, los ángulos del cuadrilátero son redondeados para facilitar el bobinado del alambre sobre el soporte.

La sección del soporte tiene una forma de cuadrilátero con ángulos redondeados, en el que soporte tiene una cara interna 7, una cara externa 8 y dos caras laterales 9 y 10 del sensor.

5 En el caso de un soporte que tiene una sección en forma de cuadrilátero, al menos una de las caras del soporte del sensor incluye dicha cavidad comprendiendo al menos dos ranuras 3 separadas por un tabique 4. Preferentemente, al menos una de las dos caras laterales del soporte del sensor tiene al menos dos ranuras separadas por un tabique. En las Figuras 1 y 2, las ranuras están sobre la cara lateral 9. Para obtener resultados aún más precisos, las dos caras laterales 9 y 10 del soporte del sensor incluyen al menos dos ranuras 3 separadas por un tabique 4. La Figura 3 muestra una vista en corte de un soporte toroidal de acuerdo con una segunda realización de la invención comprendiendo ranuras en las dos caras laterales 9 y 10. Las Figuras 4 y 5 representan vistas en perspectiva del soporte de acuerdo con la segunda realización de la invención. En estas figuras, el soporte también incluye un perno 12 proporcionado para mantener las terminaciones del devanado secundario 5 cuando se enrolla en el soporte 1.

15 En un caso particular, la sección del soporte 1 en forma de un cuadrilátero tiene una forma sustancialmente trapezoidal con ángulos redondeados. La forma trapezoidal particular permite optimizar la superficie del giro teniendo en cuenta la instalación del toroide en un disyuntor. Las caras laterales 9 y 10 son preferentemente paralelas.

Preferentemente, la cara interna y la cara externa del soporte trapezoidal forman un ángulo recto A o B de 90 grados desplazado más o menos de 8 a 20 grados con respecto a las caras laterales 9 y 10. La sección del soporte toroidal trapezoidal con un ángulo de entre 5° y 20° permite obtener la mayor superficie de giro posible teniendo en cuenta las limitaciones mecánicas.

20 La vista superior del soporte representada en la Figura 2 muestra las dos ranuras 3 y el tabique 4 presentes a lo largo del soporte del toroide sobre una de las caras laterales 9. En esta realización, el soporte incluye refuerzos 11 distribuidos a lo largo de las ranuras 3 para sostener el tabique 4.

Además de limitar la contracción del material por la forma del soporte y la presencia de ranuras externas alrededor de la periferia del soporte, un sensor de acuerdo con la invención tiene preferentemente un soporte constituido por una resina amorfa con una temperatura de transición vítrea (Tg) por encima de 200°C. La característica amorfa hace posible reducir significativamente la contracción durante el moldeo y promueve un mejor control dimensional de la pieza moldeada. Por lo tanto, este material asegura un coeficiente de expansión térmica lineal CLTE (Coefficient of Linear Thermal Expansion en inglés) constante y predecible en un intervalo de temperatura de -40°C a 180°C. Como el coeficiente de expansión térmica lineal CLTE es muy bajo, cercano al del cobre, es posible garantizar una alta precisión de medición ≤ 1% incluso en caso de variación térmica.

35 Ventajosamente, la resina del soporte se carga con cuentas o fibras de vidrio de un tamaño inferior a 200 µm. La carga o el refuerzo del material permiten reducir el coeficiente de expansión térmica lineal CLTE para alcanzar un valor cercano al del cobre usado para el bobinado del devanado secundario. Para obtener un factor de forma cercano a 1, las cuentas o las fibras de vidrio serán muy cortas del orden de 50 µm a 100 µm. Estas permitirán así obtener un coeficiente de expansión térmica lineal CLTE cuasi isotrópico de la parte independientemente de la dirección. Preferentemente, la resina se carga entre 20 y 50%, preferentemente en particular aproximadamente 30%.

La Figura 6 representa un diagrama de un disyuntor eléctrico 20 comprendiendo un sensor 20 de acuerdo con una realización de la invención asociado con un dispositivo de medición y de protección. El disyuntor eléctrico 20 comprende al menos un contacto principal 13 para cortar una corriente I en un circuito eléctrico, un mecanismo 14 para controlar la apertura del contacto eléctrico 13 y un dispositivo de medición y protección para suministrar una señal de control D al mecanismo de control 14. El disyuntor también incluye terminales de alimentación eléctrica 16 para conectar conductores eléctricos externos y conductores 17 de conexiones internas entre el contacto principal 13 y los terminales 16. Al menos un sensor de corriente 21 como se describe anteriormente está dispuesto alrededor de un conductor primario 17 del disyuntor, tal como un conductor de conexión 17 entre un terminal 16 y un contacto principal 13. El sensor de corriente 21 está conectado a una unidad de procesamiento 18 del dispositivo 15 de medición y protección para suministrar señales I-e representativas de una corriente eléctrica que fluye en el conductor primario I. Así, la unidad de procesamiento recibe señales I-e representativas de la corriente eléctrica del sensor 21, realiza el procesamiento de las señales de corriente, realiza las funciones de protección y señalización y, si es necesario, suministra una señal o una orden de disparo D al mecanismo 14 para abrir los contactos 13 del disyuntor.

50 En el disyuntor de la Figura 6, el sensor 21 tiene un soporte 1 de acuerdo con la segunda realización de la invención con cavidades en las caras laterales 9 y 10. Cada cavidad comprende dos ranuras 3 y un tabique 4. El devanado secundario 5 está conectado a una entrada de la unidad de procesamiento 18 para suministrar la señal I-e de medición de corriente. La unidad de procesamiento también puede recibir una señal de medición de voltaje V-e del conductor primario 17. En este caso, la unidad de procesamiento también puede procesar y calcular la energía y/o potencia eléctrica con alta precisión.

En la Figura 6, solo se muestra un disyuntor de una fase o polo. Sin embargo, la invención también se aplica a disyuntores multipolares, en particular a disyuntores trifásicos. En este caso, cada polo protegido incluye un sensor de corriente como se definió anteriormente.

- 5 El dispositivo 15 de medición y protección comprendiendo el sensor 21 y la unidad de procesamiento 18 pueden ser un dispositivo de disparo electrónico para un disyuntor, pero también un relé o un módulo de protección y/o medición de potencia y/o energía eléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Sensor de medición de corriente del tipo toroide de Rogowski que comprende un soporte (1) fabricado con materiales no magnéticos y un devanado secundario (5) enrollado en dicho soporte (1) para proporcionar una señal eléctrica representativa de una corriente que fluye en un conductor que atraviesa el interior del toroide,
5 estando dicho soporte (1) fabricado esencialmente con plástico rígido moldeado y comprende al menos una cavidad externa (2, 3) distribuida en la longitud o en la circunferencia del cuerpo del soporte, comprendiendo dicha cavidad (2) al menos dos ranuras (3) separadas por un tabique (4),
caracterizado porque el soporte (1) consiste en resina amorfa con una temperatura de transición vítrea (Tg) superior a 200°C.
- 10 2. Sensor de medición de corriente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho soporte (1) tiene una sección que tiene una forma cuadrilátera con ángulos redondeados, una cara interna (7), una cara externa (8) y dos caras laterales (9, 10).
- 15 3. Sensor de medición de corriente de acuerdo con la reivindicación 2, en el que al menos una de las caras del soporte (1) comprende dicha cavidad (2) que comprende al menos dos ranuras (3) separadas por un tabique (4).
4. Sensor de medición de corriente de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, en el que al menos una de las dos caras laterales (9, 10) del soporte comprende al menos dos ranuras (3) separadas por un tabique (4).
- 20 5. Sensor de medición de corriente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que las dos caras laterales (9, 10) del soporte comprenden al menos dos ranuras (3) separadas por un tabique (4).
6. Sensor de medición de corriente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que dicha sección del soporte (1) de toroide tiene una forma sustancialmente trapezoidal con ángulos redondeados.
- 25 7. Sensor de medición de corriente de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la cara interna (7) y la cara externa (8) del soporte trapezoidal forman un ángulo recto de más o menos 8 a 20 grados con respecto a las caras laterales (9, 10).
8. Sensor de medición de corriente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el soporte (1) comprende refuerzos (11) distribuidos a lo largo de las ranuras (3) para sostener el tabique (4).
9. Sensor de medición de corriente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicha resina está cargada con cuentas o fibras de vidrio de un tamaño inferior a 200 µm.
- 30 10. Sensor de medición de corriente de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la resina está cargada entre el 20 y el 50%.
- 35 11. Dispositivo (15) de medición y protección eléctrica para un disyuntor que comprende una unidad de procesamiento (18) para recibir señales (I-e) representativas de la corriente eléctrica **caracterizado porque** comprende un sensor de medición (21) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 conectado a la unidad de procesamiento (18) para suministrar una señal (I-e) de corriente representativa de una corriente que fluye en un conductor eléctrico.
- 40 12. Disyuntor eléctrico (20) que comprende al menos un contacto principal (13) para cortar una corriente en un circuito eléctrico, un mecanismo (14) para controlar la apertura de dicho contacto eléctrico y un dispositivo (15) de medición y protección que proporciona una señal de control (D) a dicho mecanismo de control **caracterizado porque** comprende un sensor de medición (21) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que está conectado a una unidad de procesamiento del dispositivo (18) de medición y protección.

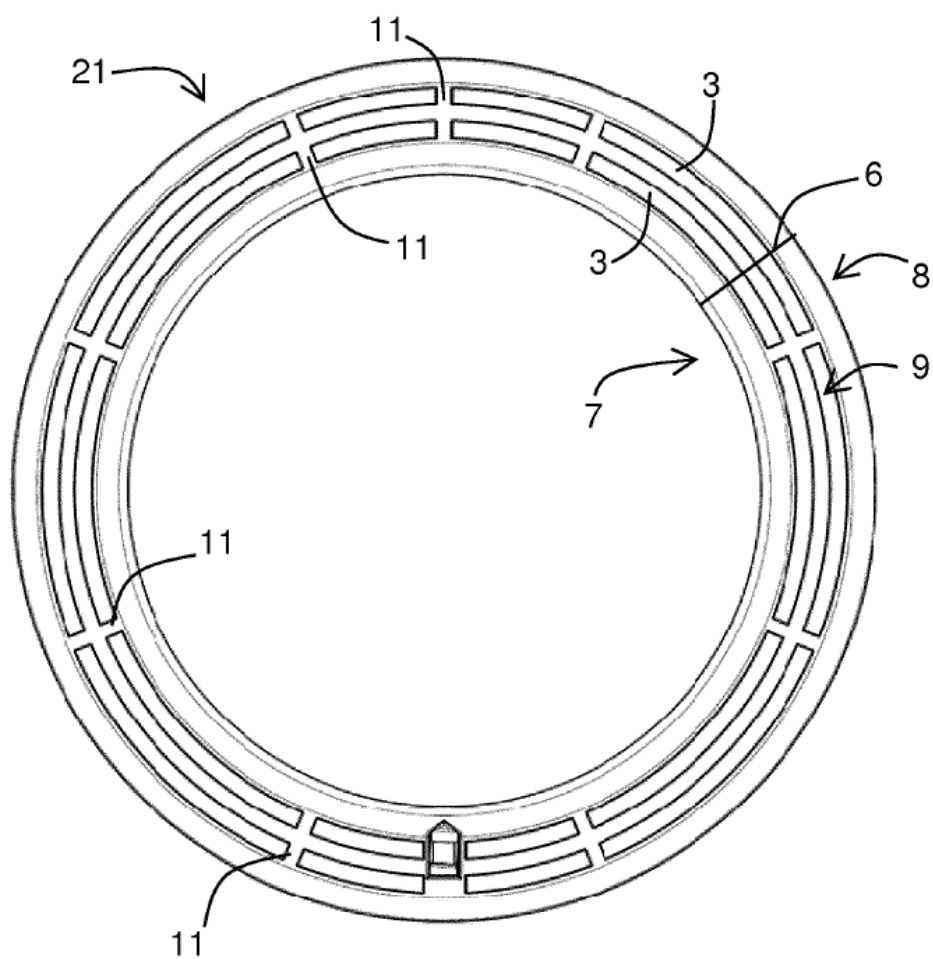
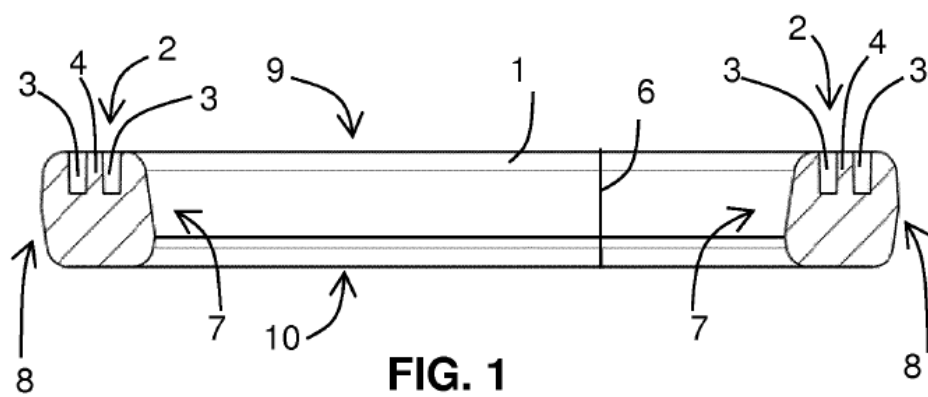
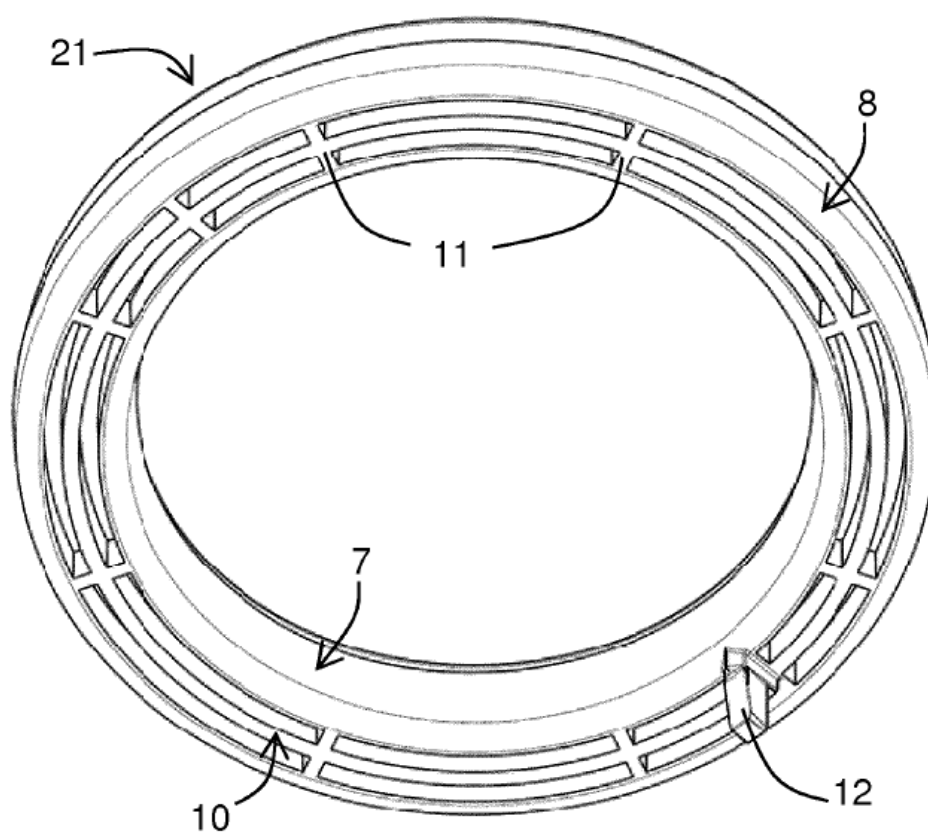
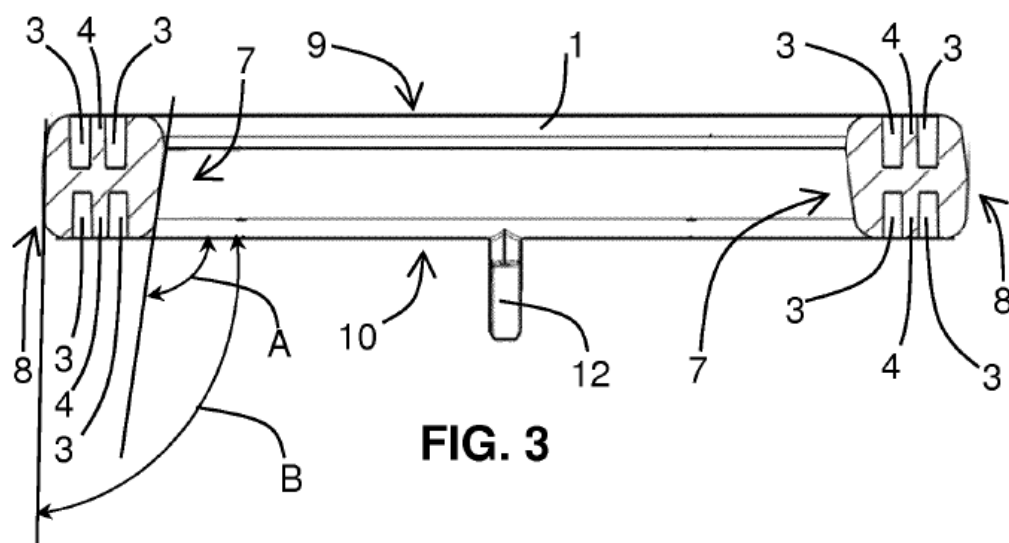


FIG. 2



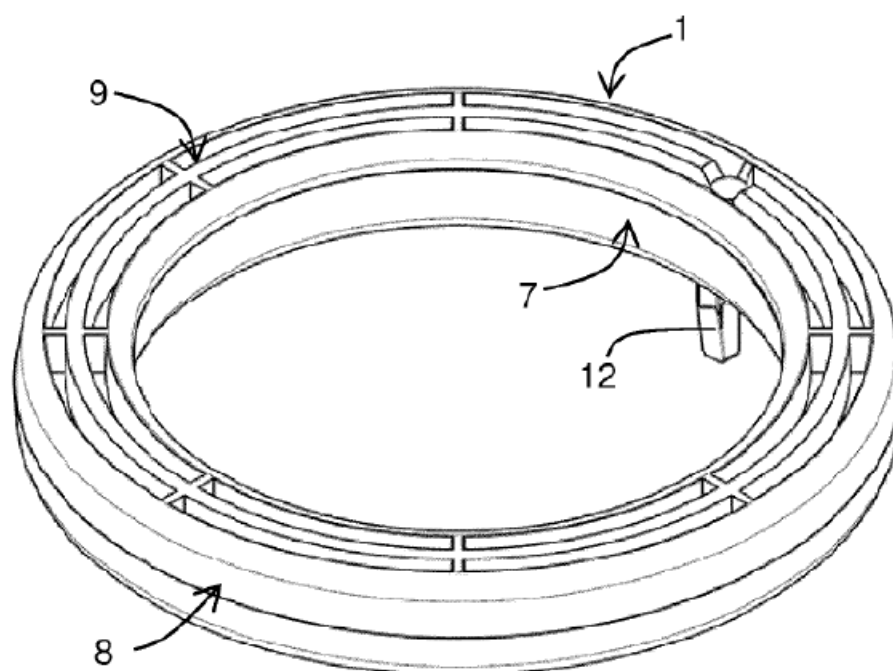


FIG. 5

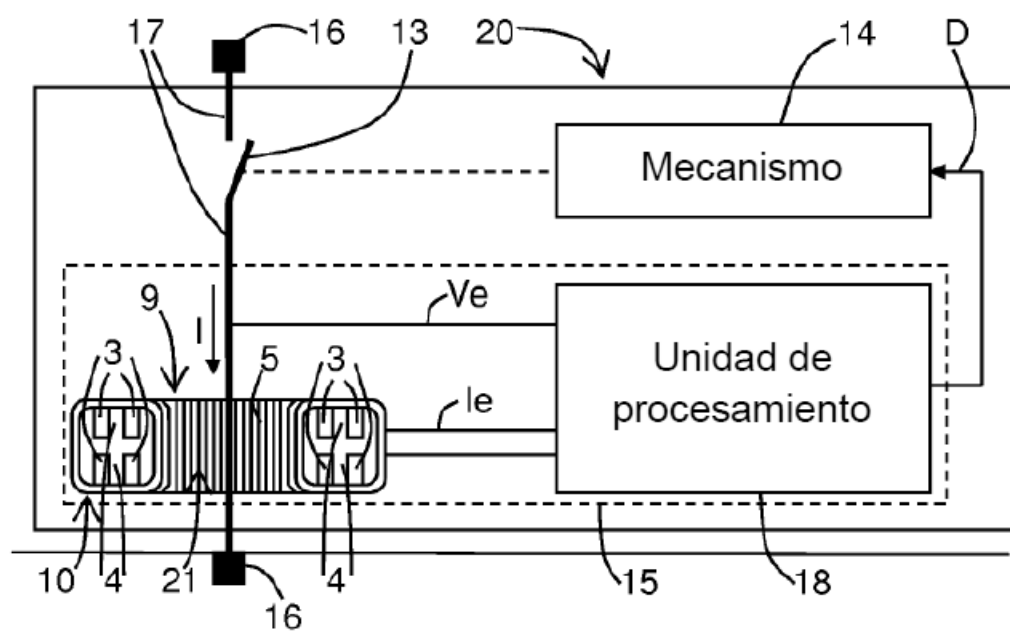


FIG. 6