

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 078**

51 Int. Cl.:

**G01R 15/18** (2006.01)

**G01R 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2017 E 17188392 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3290930**

54 Título: **Captador de medida de corriente de tipo toro de Rogowski, dispositivo de medida y disyuntor eléctrico que incluye dicho captador y procedimiento de bobinado de dicho captador**

30 Prioridad:

**31.08.2016 FR 1658081**

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

**27.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OLIVIER, AUDREY;  
BRUNEL, PHILIPPE;  
BUFFAT, SÉBASTIEN;  
GRANIER, DAVID;  
SICARD, STÉPHANE y  
ROUBARDEAU, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 718 078 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**

Captador de medida de corriente de tipo toro de Rogowski, dispositivo de medida y disyuntor eléctrico que incluye dicho captador y procedimiento de bobinado de dicho captador

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a un captador de medida de corriente de tipo toro de Rogowski que incluye un soporte de material amagnético y al menos un bobinado secundario enrollado sobre dicho soporte para proporcionar una señal eléctrica representativa de una corriente que circula en un conductor que atraviesa el interior del toro así como un procedimiento de bobinado de dicho captador.

La invención se refiere también a un dispositivo de medida y a un disyuntor eléctrico que incluyen dicho captador.

10 **Estado de la técnica**

Los toros de Rogowski se conocen generalmente en el campo de los disyuntores de potencia equipados con disparadores electrónicos. Se utilizan por la calidad de su linealidad y la gran dinámica de medida puesto que no incluyen circuito magnético que pueda saturarse. De ese modo, la precisión está vinculada directamente a la regularidad del bobinado y a la sección del captador.

15 Unos ejemplos de captadores de toros de Rogowski utilizados en los disyuntores se describen en las solicitudes de patente EP2667205A1 y US2014132249A1. Los documentos US2008/079418, US2015/028853 y US2011/043190 describen unos toros de Rogowski de dos capas de bobinado.

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

$$V = \mu n S di/dt$$

20 siendo V la tensión de la señal de salida proporcionada por el toro de Rogowski, S la sección de una espira,  $\mu_0$  la permeabilidad, n es el número de espiras y di/dt es la derivada de una corriente primaria con relación al tiempo.

De ese modo, la tensión suministrada por el toro es función del número de espiras. La precisión de la tensión está vinculada directamente a la calidad del bobinado.

25 En los aparatos eléctricos de elevadas corrientes, este tipo de captador es sensible también a los campos magnéticos exteriores a los toros si el bobinado no es perfecto. En general, los captadores de toros de Rogowski se asocian a unos transformadores de corriente del circuito magnético para asegurar la alimentación de los circuitos electrónicos. Estos transformadores de corriente se conectan a unos circuitos de regulación con conmutación que perturban el entorno electromagnético de los captadores de medida de corriente.

30 Ciertos captadores incluyen unos blindajes para hacerles insensibles a las variaciones y perturbaciones externas. Sin embargo, estas soluciones no son muy eficaces cuando los captadores están asociados a unos transformadores de corriente para la alimentación eléctrica de los circuitos electrónicos.

**Exposición de la invención**

35 La invención tiene por objeto un captador de toro de Rogowski muy preciso que pueda fabricarse en serie y sea poco sensible a las variaciones de campos electromagnéticos exteriores, así como un procedimiento de bobinado de dicho captador, y un dispositivo de medida y un disyuntor que incluyan dicho captador.

Según la invención, un captador de medida de corriente de tipo toro de Rogowski se describe en la reivindicación 1.

En un modo de realización preferido, dicho bobinado incluye un número par de capas,

- estando enrolladas una mitad de las capas en un primer sentido de enrollamiento del primer extremo hacia el segundo extremo opuesto del bobinado, y
- 40 - estando enrolladas la otra mitad de las capas en un segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo,
- siendo la última capa una capa externa de reducida densidad de espiras enrollada en dicho segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo.

Preferentemente, dicho bobinado incluye un número par de capas:

- 45 - siendo una mitad de las capas unas capas internas de alta densidad de espiras próximas al soporte, y
- siendo la otra mitad de las capas unas capas externas de reducida densidad de espiras que incluyen tres partes,
- siendo la última capa una capa externa de reducida densidad de espiras enrollada en un segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado al primer extremo.

En un modo de realización particular, dicho bobinado incluye:

- 50 - una primera capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en un primer sentido de

- enrollamiento del primer extremo hacia el segundo extremo opuesto del bobinado,
- una segunda capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en un segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo hacia el primer extremo opuesto del bobinado,
- una primera capa externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrolladas en el primer sentido de enrollamiento del primer extremo hacia el segundo extremo opuesto del bobinado, y
- una segunda capa externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrolladas en un segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo.

Un procedimiento de bobinado de un captador de medida de corriente tal como se ha definido anteriormente se describe en la reivindicación 6. Preferentemente, el procedimiento del bobinado incluye unos enrollamientos de un número par de capas,

- estando enrolladas una mitad de las capas en un primer sentido de enrollamiento del primer extremo hacia el segundo extremo opuesto del bobinado, y
- estando enrolladas la otra mitad de las capas en un segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo,
- siendo la última capa una capa externa de reducida densidad de espiras enrollada en el segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo.

Ventajosamente, el procedimiento del bobinado incluye unos enrollamientos de un número par de capas,

- siendo una mitad de las capas unas capas internas de alta densidad de espiras próximas al soporte, y
- siendo la otra mitad de las capas unas capas externas de reducida densidad de espiras,
- siendo la última capa una capa externa de reducida densidad de espiras enrollada en el segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo.

En un modo de realización particular, el procedimiento de bobinado incluye:

- el enrollamiento de al menos una primera capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en el primer sentido de enrollamiento del primer extremo hacia el segundo extremo opuesto del bobinado,
- el enrollamiento de al menos una segunda capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en el segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo hacia el primer extremo opuesto del bobinado,
- el enrollamiento de al menos una primera capa externa de reducida densidad de espiras en el primer sentido de enrollamiento del primer extremo hacia el segundo extremo opuesto del bobinado, y
- el enrollamiento de al menos una segunda capa externa de reducida densidad de espiras en el segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo opuesto del bobinado hacia el primer extremo.

Un dispositivo de medida de corriente que incluye una unidad de tratamiento para recibir señales representativas de corrientes eléctricas incluye un captador de medida tal como se ha definido anteriormente conectado a la unidad de tratamiento para proporcionar una señal de corriente representativa de una corriente que circula en un conductor eléctrico.

Un disyuntor eléctrico que incluye al menos un contacto principal para cortar una corriente en un circuito eléctrico, un mecanismo de control de la apertura de dicho contacto eléctrico y un dispositivo de medida y de protección que proporciona una señal de control a dicho mecanismo de control incluye un captador de medida tal como se ha definido anteriormente conectado a una unidad de tratamiento de dicho dispositivo de medida y de protección.

### **Breve descripción de los dibujos**

Surgirán más claramente otras ventajas y características de la descripción que sigue, de modos particulares de realización de la invención, dados a título de ejemplos no limitativos, y representados en los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa una primera vista esquemática de un captador según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 2 se presenta una vista de un captador según un modo de realización de la invención;
- las figuras 3 y 4 representan unas vistas esquemáticas parciales de los extremos del bobinado según dos modos de realización de la invención;
- la figura 5 representa una vista de un soporte de un bobinado de un captador según un modo de realización de la invención;
- la figura 6 representa un esquema de un disyuntor eléctrico que incluye un captador según un modo de realización de la invención;
- la figura 7 representa las etapas de un procedimiento de bobinado de un captador según un primer modo de realización de la invención;
- las figuras 8 y 9 representan las etapas de un procedimiento de bobinado de un captador según otros modos de realización de la invención; y
- la figura 10 representa una foto de una vista parcial de un toro según un modo de realización.

**Descripción detallada de modos de realización**

En la vista esquemática de la figura 1, el captador 1 de corriente de tipo toro de Rogowski incluye un soporte 2 de material amagnético y al menos un bobinado 3 secundario enrollado sobre el soporte 1 para proporcionar una señal eléctrica representativa de una corriente que circula en un conductor que atraviesa el interior del toro.

5 Según un modo de realización de la invención el bobinado 3 secundario incluye al menos dos capas cuyas terminaciones 4 eléctricas de los enrollamientos se sitúan en un mismo primer extremo 5 del bobinado 3. Con el fin de reducir la sensibilidad del bobinado a las perturbaciones electromagnéticas exteriores al toro, el bobinado incluye un número par de capas de enrollamiento de manera que las salidas 4 del conductor eléctrico del bobinado salgan del mismo lado o del mismo extremo 5 del bobinado. De ese modo, el bobinado se enrolla en un primer sentido de ida sobre una primera capa 6 y posteriormente en un sentido de retorno sobre una segunda capa 7. Por razones prácticas de fabricación del toro, se prevé una parte 8 sin bobinado entre el primer extremo 5 del bobinado y un segundo extremo 9 opuesto del bobinado 3. Estando definido el número de espiras  $n$  del bobinado en función de la señal deseada y siendo par del número de capas para evitar las perturbaciones. Las espiras se reparten sobre las capas del bobinado con los enrollamientos en el sentido de ida y en el sentido de retorno.

10 De ese modo, para garantizar una mejor inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas exteriores al toro, el bobinado incluye al menos una capa 6 interna de alta densidad de espiras próxima al soporte 2 y enrollada en un primer sentido 10 de enrollamiento del primer extremo 5 hacia el segundo extremo 9 opuesto del bobinado, y al menos una capa 7 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes y enrollada en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5.

20 La primera capa 6 interna próxima al soporte se realiza preferentemente de espiras contiguas del lado interior del toro. En este documento, el término capa interna significa la o las capas más próximas al soporte y capa externa significa la o las capas más alejadas del soporte. Alta densidad de espiras significa que el paso es entre espiras contiguas y el espaciado inferior al diámetro del hilo del enrollamiento del lado interior del toro. Reducida densidad significa un espaciado entre espiras superior al diámetro del hilo del enrollamiento.

25 Capas de reducida densidad significa que las capas son de reducida densidad de manera global, es decir que tienen unas partes de reducida densidad sobre la mayor parte de la longitud del bobinado pero pueden tener pequeñas partes de alta densidad. Principalmente, estas partes de altas densidades pueden situarse cerca de los extremos por unas espiras de compensación de las partes sin bobinado.

En este caso, la segunda capa 7 externa de reducida densidad incluye:

- 30
- una primera parte 12 de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud  $L1$  próxima al primer extremo 5 del bobinado,
  - una parte 13 central de reducida densidad de espiras y de gran longitud  $L2$ , y
  - una segunda parte 14 de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud  $L3$  próxima al segundo extremo 9 del bobinado.

35 Las partes 12 y 14 de compensación permiten compensar la parte 8 sin bobinado entre los extremos 5 y 9.

Preferentemente, en una capa de reducida densidad, las pequeñas partes 12 y 14 de alta densidad tienen una longitud de bobinado inferior a  $1/10$  de la longitud del bobinado de reducida densidad. Por ejemplo  $(L1 + L3) < (L2/10)$ .

40 La figura 2 representa una vista de un captador según el modo de realización de la figura 1. La primera capa 6 interna se combina con espiras contiguas sobre el soporte 2 del toro. La segunda capa incluye una primera parte 12 de compensación de espiras contiguas, una parte 13 central de reducida densidad cuyas espiras se reparten sobre el cuerpo del toro con un gran intervalo entre las espiras, y una segunda parte 14 de compensación de espiras contiguas. Las partes de compensación compensan las espiras faltantes en la parte 8 intermedia sin bobinado. La longitud de las partes 12 y 14 de compensación de alta densidad o de espiras contiguas es preferentemente de algunos milímetros. La parte central de reducida densidad tiene preferentemente una longitud de varios centímetros repartida sobre la circunferencia del toro.

45 La figura 3 representa una vista esquemática lineal parcial de los extremos del bobinado según el primer modo de realización. La vista parcial representa la misma configuración que la de la figura 1 con una capa interna 6 de alta densidad de espiras próximas al soporte enrollada en un primer sentido 10 de enrollamiento, y una capa 7 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes y enrollada en el segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5.

50 En unos captadores de medida que necesitan un número de espiras muy elevado, el bobinado se reparte sobre varias capas. De ese modo, según unos modos de realización de la invención de varias capas, el bobinado incluye un número par de capas.

55 Ventajosamente, las capas se reparten de la siguiente manera:

- una mitad de las capas se enrollan en un primer sentido 10 de enrollamiento del primer extremo 5 hacia el segundo extremo 9 opuesto del bobinado,
  - la otra mitad de las capas se enrolla en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5, y
- 5 - la última capa es una capa 7, 107 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes y enrollada en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5.

El número par de capas se repartirá también preferentemente de la siguiente manera

- una mitad de las capas son unas capas 6, 106 internas de alta densidad de espiras próximas al soporte 2,
  - la otra mitad de las capas son unas capas 7, 107 externas de reducida densidad de espiras que incluyen tres partes,
- 10 - la última capa es una capa 7, 107 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrolladas en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5.

La figura 4 representa una vista esquemática parcial de los extremos del bobinado según un segundo modo de realización de la invención de un captador de cuatro capas. En este caso, el bobinado de cuatro capas está constituido de la siguiente manera:

15

- la primera capa es una primera capa 6 interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en el primer sentido 10 de enrollamiento del primer extremo 5 hacia el segundo extremo 9 opuesto del bobinado,
  - la segunda capa es una segunda capa 106 interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 hacia el primer extremo 5 opuesto del bobinado,
  - la tercera capa es una primera capa 7 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrollada en el primer sentido 10 de enrollamiento del primer extremo 5 hacia el segundo extremo 9 opuesto del bobinado,
  - y
  - la cuarta es una segunda capa 107 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrollada en el segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5.
- 20

25 En la figura 4, la tercera y cuarta capas se muestran esquemáticamente de manera perfectamente superpuesta por claridad de la descripción. Sin embargo, puesto que las espiras son poco densas, en la realidad la cuarta capa puede descender local y parcialmente a la altura de la tercera mientras que permanece calificada como una cuarta capa.

La figura 5 representa una vista de un soporte en material amagnético de un bobinado para un captador según un modo de realización de la invención. La parte intermedia sin bobinado se encontrará a la altura de una pestaña 15 de fijación o de bloqueo de los hilos 4 de salida del bobinado.

30

La figura 6 representa un esquema de un disyuntor 20 eléctrico que incluye un captador 1 según un modo de realización de la invención asociado a un dispositivo 21 de medida y de protección. El disyuntor 20 eléctrico incluye al menos un contacto 22 principal para cortar una corriente I en un circuito eléctrico, un mecanismo 23 de control de la apertura de dicho contacto 22 eléctrico y el dispositivo 21 de medida y de protección para proporcionar una señal de control D a dicho mecanismo 22 de control. El disyuntor incluye también unos bornes 24 eléctricos de potencia para conectar unos conductores eléctricos externos y unos conductores 25 de enlace interno entre el contacto 22 principal y los bornes 23. Se dispone al menos un captador 1 de corriente tal como se ha descrito anteriormente alrededor de un conductor 25 primario del disyuntor tal como un conductor 25 de enlace entre un borne 24 y un contacto 22 principal. El captador 1 de corriente se conecta a una unidad 26 de tratamiento del dispositivo 21 de medida y de protección para proporcionar unas señales I-e representativas de una corriente eléctrica I que circula en el conductor primario. De ese modo, la unidad de tratamiento recibe las señales I-e representativas de la corriente eléctrica del captador 1, efectúa el tratamiento de las señales de corriente, efectúa las funciones de protecciones y de señalizaciones y si hay necesidad proporciona una señal o una orden de disparo D al mecanismo 23 para abrir los contactos 22 del disyuntor. Se conecta un transformador 27 de corriente de circuito magnético a la unidad de tratamiento para proporcionar una energía eléctrica destinada al funcionamiento de los circuitos electrónicos.

35

40

45

El bobinado 3 secundario se conecta a una entrada de la unidad 26 de tratamiento para proporcionar la señal I-e de medida de corriente. La unidad de tratamiento puede recibir también una señal V-e de medida de tensión desde el conductor 25 primario. En este caso, la unidad de tratamiento puede hacer también el tratamiento y el cálculo de la energía y/o de la potencia eléctrica con gran precisión.

50

En la figura 6, se representa únicamente un disyuntor de una fase o polo. Sin embargo, la invención se aplica también a unos disyuntores multipolares principalmente a disyuntores trifásicos. En este caso, cada polo protegido incluye un captador de corriente tal como se ha definido anteriormente.

El dispositivo 15 de medida y de protección que incluye el captador 21 y la unidad 18 de tratamiento, puede ser un disparador electrónico para disyuntor pero igualmente un relé o un módulo de protección y/o de medida de potencia y/o de energía eléctrica.

55

La figura 7 representa las etapas de un procedimiento de bobinado de un captador de medida de corriente según un

primer modo de realización de la invención. El procedimiento de bobinado incluye una primera etapa 30 de enrollamiento de al menos una capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en un primer sentido 10 de enrollamiento del primer extremo 5 hacia un segundo extremo 9 opuesto del bobinado. El primer sentido 11 de enrollamiento se llamará sentido de ida. La alta densidad de espiras es preferentemente de espiras contiguas. En una segunda etapa 31 de enrollamiento, se enrolla al menos una capa externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5. El segundo sentido de bobinado se denominada sentido de retorno. La capa externa de reducida densidad incluye:

- una primera parte 12 de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud L1 próxima al primer extremo 5 del bobinado,
- una parte 13 central de reducida densidad de espiras y de gran longitud, y
- una segunda parte 14 de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud L2 próxima al segundo extremo 9 del bobinado.

Para los procedimientos según la invención, de enrollamiento en varias capas, el enrollamiento incluye un número par de capas repartidas de la siguiente manera

- una mitad de las capas se enrollan en un primer sentido 10 de ida del enrollamiento del primer extremo 5 hacia el segundo extremo 9 opuesto del bobinado,
- la otra mitad de las capas se enrollan en un segundo sentido 11 de retorno del enrollamiento del segundo extremo 9 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5, y
- la última capa es una capa 7, 107 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes y enrollada en un segundo sentido 11 de enrollamiento del segundo extremo 11 opuesto del bobinado hacia el primer extremo 5.

Por ejemplo, con este procedimiento es posible tener más capas de alta densidad y menos capas de reducida densidad con la condición de que la última capa sea de reducida densidad.

En los procedimientos, el número par de capas se repartirá también preferentemente de la siguiente manera:

- una mitad de las capas son unas capas 6, 106 internas de alta densidad de espiras próximas al soporte 2,
- la otra mitad de las capas son unas capas 7, 107 externas de reducida densidad de espiras que incluyen tres partes,
- la última capa es una capa 7, 107 externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrollada en el sentido de retorno.

La figura 8 representa las etapas de un procedimiento de bobinado de un captador según un modo de realización multicapas. El procedimiento incluye, una primera etapa 32 de enrollamiento de la primera capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en el sentido de ida, posteriormente una segunda etapa 33 de enrollamiento de una primera capa interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en el sentido de retorno. Una etapa 34 muestra otras etapas posibles de capas internas de altas densidades de espiras. El procedimiento incluye también una etapa 35 de enrollamiento de una primera capa externa de reducida densidad de espiras enrollada en el sentido opuesto al sentido de su capa anterior. Pueden enrollarse otras capas externas de reducida densidad de espiras enrolladas en el sentido opuesto al sentido de su capa anterior en una o unas etapas 36. La última etapa 35 o 36 enrollará en todos los casos una capa externa de reducida densidad de espiras en el sentido de retorno.

La etapa 37 muestra un caso en el que el número de capas externas que son de reducida densidad es igual al número de capas internas de alta densidad. El sentido de los enrollamientos se alterna entre ida y retorno.

La figura 9 representa las etapas de un procedimiento de bobinado de un captador según un modo de realización preferido en cuatro capas. En este procedimiento, hay inicialmente una primera etapa 40 de enrollamiento de una primera capa 6 interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en un primer sentido 10 de enrollamiento de ida, y una segunda etapa 41 de enrollamiento en una segunda capa 106 interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en un segundo sentido 11 de retorno. A continuación, hay una tercera etapa 42 de enrollamiento de una primera capa 7 externa de reducida densidad de espiras en el primer sentido 10 de enrollamiento de ida, y una cuarta etapa 43 de enrollamiento de una segunda capa 107 externa de reducida densidad de espiras en el segundo sentido 11 de enrollamiento de retorno.

Se muestra en la figura 10 una fotografía de una parte de un captador según un modo de realización. El bobinado 3 se enrolla con alta densidad de espiras sobre la primera capa 6 y con reducida densidad de espiras sobre la segunda capa 7. Unas espiras de la parte 13 central están muy espaciadas para garantizar un número exacto de las espiras del captador de medida.

Para evitar cualquier desplazamiento de las espiras durante las manipulaciones o durante el funcionamiento con los cambios de temperatura, dicho bobinado incluye un revestimiento para fijar las espiras en sus emplazamientos previstos. El revestimiento puede realizarse con adhesivos, resinas o cualquier otro material con o sin recocado.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Captador (1) de medida de corriente de tipo toro de Rogowski que incluye un soporte (2) de materiales amagnéticos y al menos un bobinado (3) secundario enrollado sobre dicho soporte para proporcionar una señal eléctrica representativa de una corriente que circula en un conductor que atraviesa el interior del toro, en el que dicho bobinado (3) secundario incluye al menos dos capas (6, 7) cuyas terminaciones (14) eléctricas de los enrollamientos se sitúan sobre un mismo primer extremo (5) del bobinado, incluyendo dicho bobinado
- 10 - al menos una capa (6) interna de alta densidad de espiras próxima al soporte (2) y enrollada en un primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia un segundo extremo (9) opuesto del bobinado (3), y  
 - al menos una capa (7) externa de reducida densidad de espiras que incluye al menos tres partes (12, 13, 14) y enrollada en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5), **caracterizado porque** dicha capa (7) externa de reducida densidad de espiras incluye:
- 15 - una primera parte (12) de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud (L1) próxima al primer extremo (5) del bobinado (3),  
 - una parte (13) central de reducida densidad de espiras y de gran longitud (L2), y  
 - una segunda parte (14) de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud (L3) próxima al segundo extremo (9) del bobinado (3),
- 20 siendo dicha gran longitud (L2) de la parte central (13) superior en diez veces a la suma de las reducidas longitudes (L1, L3) de las partes (12, 14) de alta densidad, y teniendo dicha alta densidad de espiras un espaciamiento entre espiras inferior al diámetro del hilo del enrollamiento del lado interior de dicho toro, teniendo la reducida densidad de espiras un espaciamiento entre espiras superior al diámetro del hilo del enrollamiento.
2. Captador de medida de corriente según la reivindicación 1 **caracterizado porque** dicho bobinado (3) incluye un número par de capas (6, 106, 7, 107),
- 25 - estando enrolladas una mitad de las capas (6, 7) en un primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia el segundo extremo (9) opuesto del bobinado, y  
 - estando enrolladas la otra mitad de las capas (106, 107) en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5),  
 - siendo la última capa (107) una capa externa de reducida densidad de espiras enrollada en dicho segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5).
3. Captador de medida de corriente según una de las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizado porque** dicho bobinado incluye un número par de capas (6, 106, 7, 107):
- 30 - siendo una mitad de las capas unas capas (6, 106) internas de alta densidad de espiras próximas al soporte, y  
 - siendo la otra mitad de las capas unas capas (7, 107) externas de reducida densidad de espiras que incluyen tres partes,  
 - siendo la última capa una capa (107) externa de reducida densidad de espiras enrollada en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado al primer extremo (5).
- 35 4. Captador de medida de corriente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado porque** dicho bobinado incluye:
- 40 - una primera capa (6) interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en un primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia el segundo extremo (9) opuesto del bobinado,  
 - una segunda capa (106) interna de alta densidad de espiras próxima al soporte enrollada en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) hacia el primer extremo (5) opuesto del bobinado,  
 - una primera capa (7) externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrolladas en el primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia el segundo extremo (9) opuesto del bobinado, y  
 - una segunda capa (107) externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes enrolladas en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5).
- 45 5. Captador de medida de corriente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado porque** dicho bobinado incluye un revestimiento para fijar las espiras en su emplazamiento.
6. Procedimiento de bobinado de un captador de medida de corriente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 que incluye:
- 50 - el enrollamiento (30) de al menos una capa (6) interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en un primer sentido (10) de enrollamiento de un primer extremo (5) hacia un segundo extremo (9) opuesto del bobinado, y  
 - el enrollamiento (31) de al menos una capa (7) externa de reducida densidad de espiras que incluye tres partes en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer
- 55

extremo (5), **caracterizado porque** dicha capa externa incluye:

- una primera parte (12) de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud (L1) próxima al primer extremo (5) del bobinado,
- una parte (13) central de reducida densidad de espiras y de gran longitud (L2), y
- una segunda parte (14) de compensación de alta densidad de espiras y de reducida longitud (L3) próxima al segundo extremo (9) del bobinado,

siendo dicha gran longitud (L2) de la parte central (13) superior en diez veces a la suma de las reducidas longitudes (L1, L3) de las partes (12, 14) de alta densidad, y teniendo dicha alta densidad de espiras un espaciamiento entre espiras inferior al diámetro del hilo del enrollamiento del lado interior de dicho toro, teniendo la reducida densidad de espiras un espaciamiento entre espiras superior al diámetro del hilo del enrollamiento.

7. Procedimiento de bobinado según la reivindicación 6 **caracterizado porque** incluye unos enrollamientos (32-37, 40-43) de un número par de capas,

- estando enrolladas una mitad de las capas (32, 34, 40, 42) en un primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia el segundo extremo (9) opuesto del bobinado, y
- estando enrolladas la otra mitad de las capas (33, 36, 41, 43) en un segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5),
- siendo la última capa una capa (107) externa de reducida densidad de espiras enrollada (37, 43) en el segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5).

8. Procedimiento de bobinado según una de las reivindicaciones 6 o 7 **caracterizado porque** incluye unos enrollamientos (32, 37) de un número par de capas,

- siendo una mitad (32, 33, 34) de las capas unas capas (6, 106) internas de alta densidad de espiras próximas al soporte, y
- siendo la otra mitad (35, 36, 37) de las capas unas capas (7, 107) externas de reducida densidad de espiras,
- siendo la última capa (107) una capa externa de reducida densidad de espiras enrollada (37, 43) en el segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5).

9. Procedimiento de bobinado según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 **caracterizado porque** incluye:

- el enrollamiento (40) de al menos una primera capa (6) interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en el primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia el segundo extremo (9) opuesto del bobinado,
- el enrollamiento (41) de al menos una segunda capa (106) interna de alta densidad de espiras próxima al soporte en el segundo sentido de enrollamiento del segundo extremo (9) hacia el primer extremo (5) opuesto del bobinado,
- el enrollamiento (42) de al menos una primera capa (7) externa de reducida densidad de espiras en el primer sentido (10) de enrollamiento del primer extremo (5) hacia el segundo extremo (9) opuesto del bobinado, y
- el enrollamiento (43) de al menos una segunda capa (107) externa de reducida densidad de espiras en el segundo sentido (11) de enrollamiento del segundo extremo (9) opuesto del bobinado hacia el primer extremo (5).

10. Dispositivo (21) de medida de corriente que incluye una unidad (26) de tratamiento para recibir señales (I-e) representativas de corrientes eléctricas **caracterizado porque** incluye un captador (1) de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 conectado a la unidad (26) de tratamiento para proporcionar una señal (I-e) de corriente representativa de una corriente que circula en un conductor eléctrico.

11. Disyuntor (20) eléctrico que incluye al menos un contacto (22) principal para cortar una corriente en un circuito eléctrico, un mecanismo (23) de control de la apertura de dicho contacto eléctrico y un dispositivo (21) de medida y de protección que proporciona una señal (D) de control a dicho mecanismo de control **caracterizado porque** incluye un captador (1) de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 conectado a una unidad (26) de tratamiento de dicho dispositivo (21) de medida y de protección.

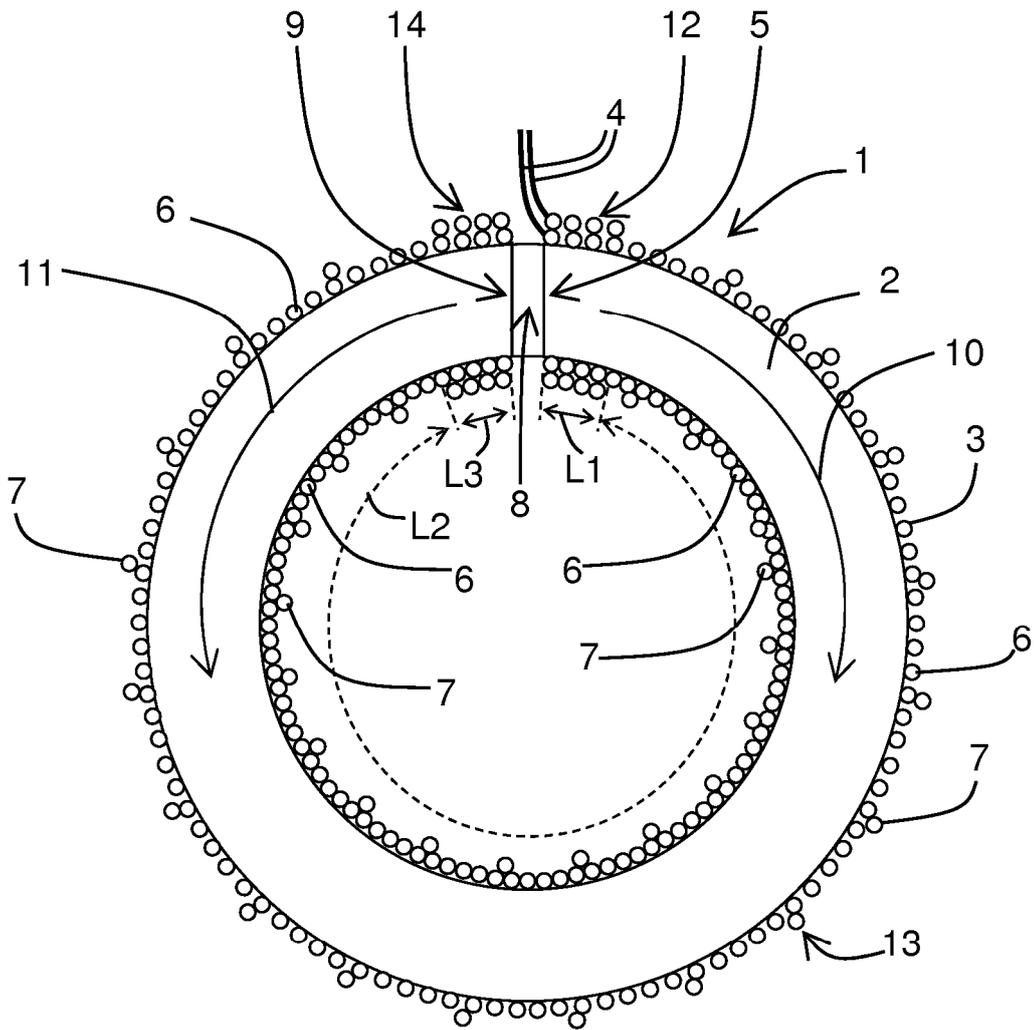
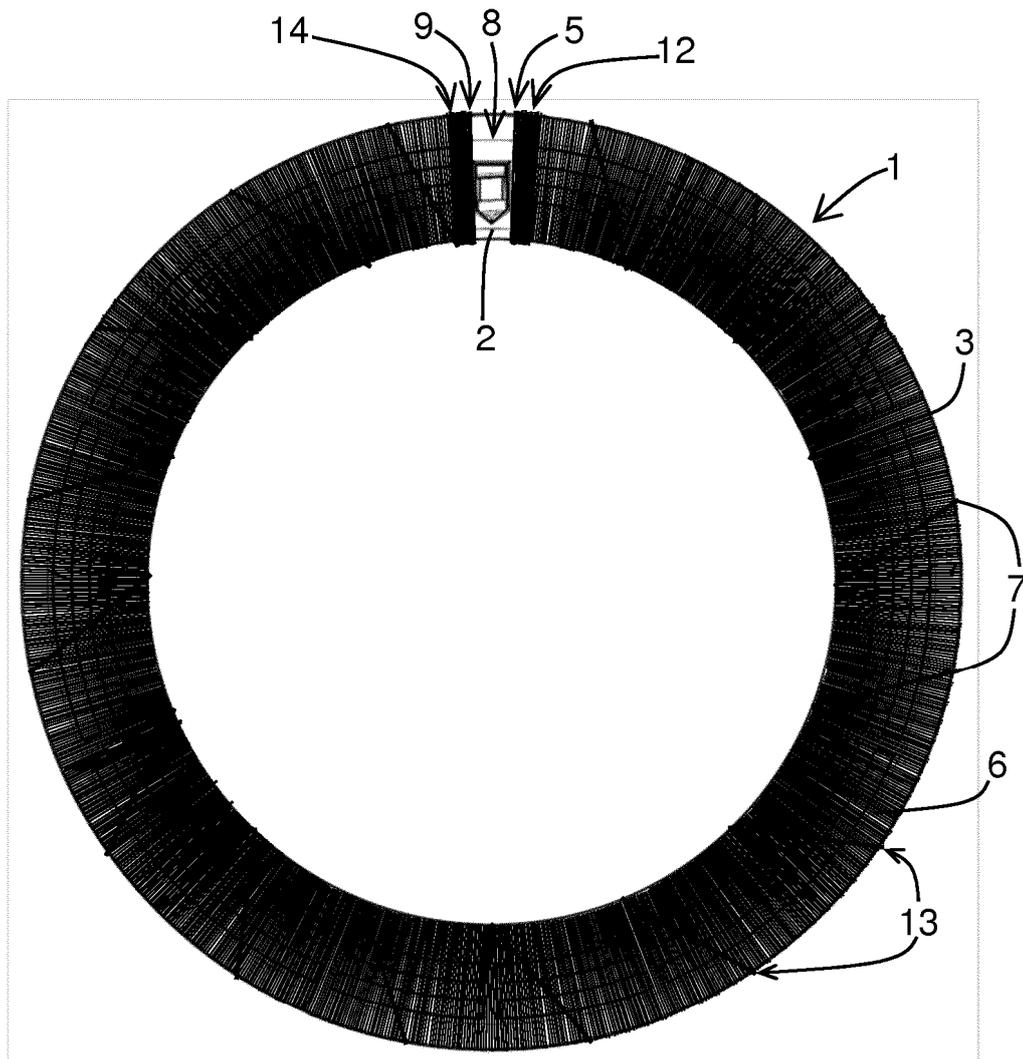


FIG. 1



**FIG. 2**

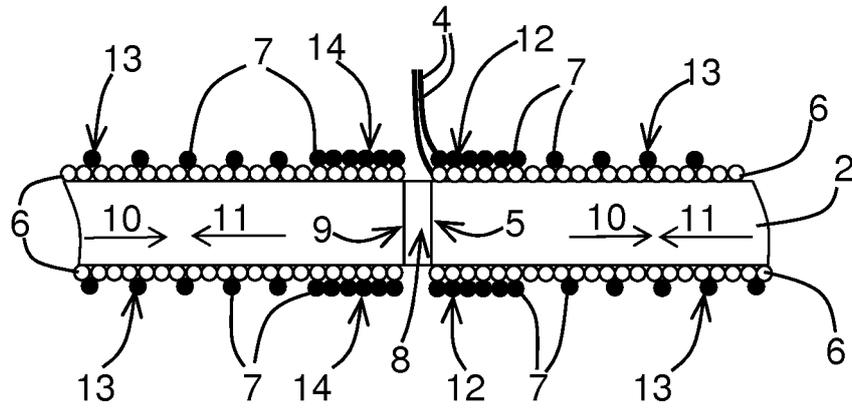


FIG. 3

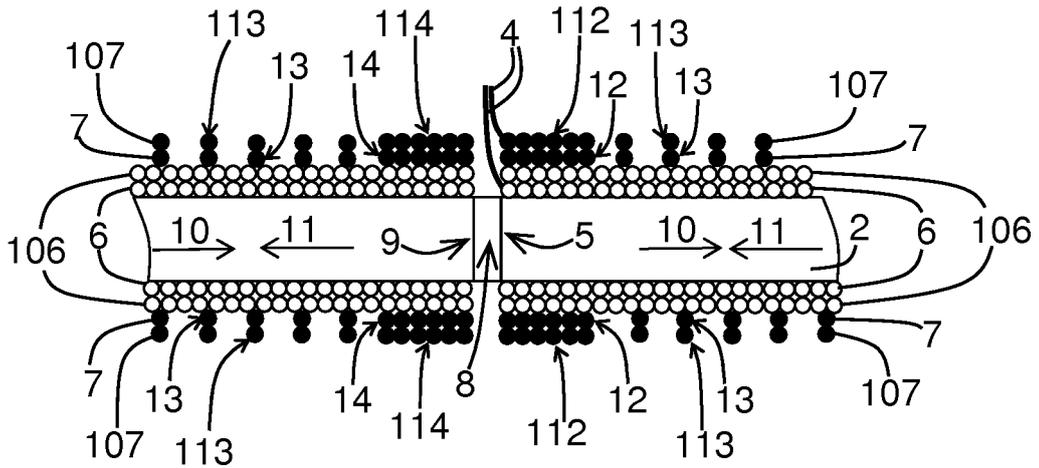
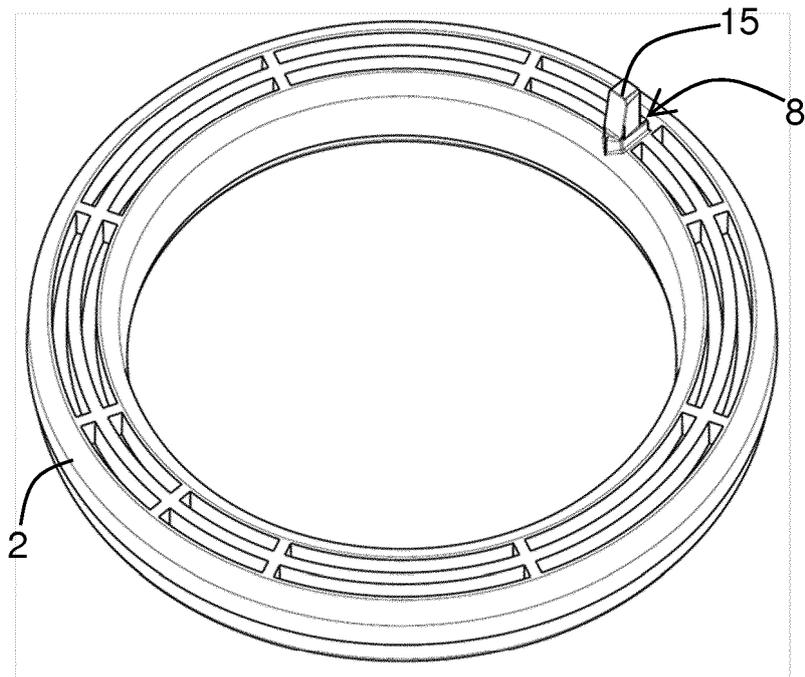
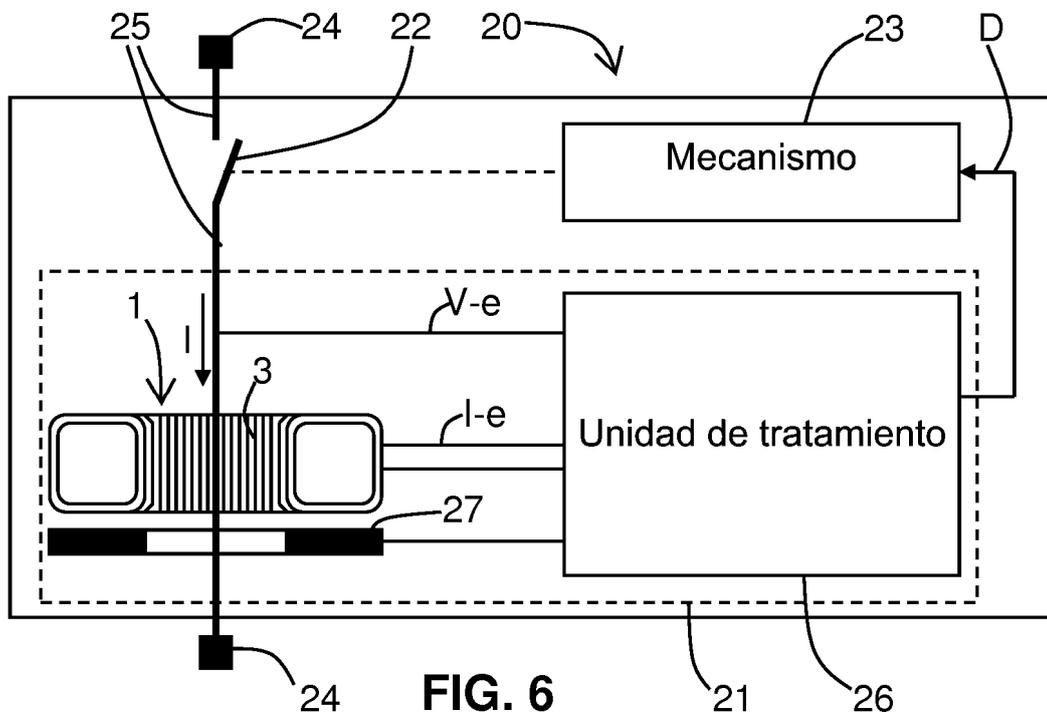


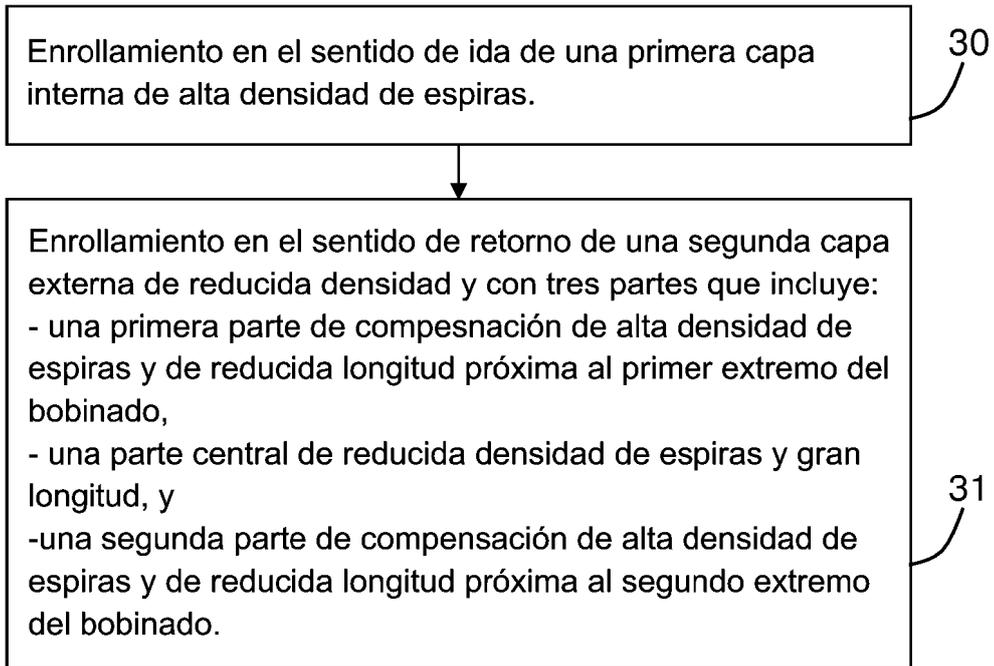
FIG. 4



**FIG. 5**

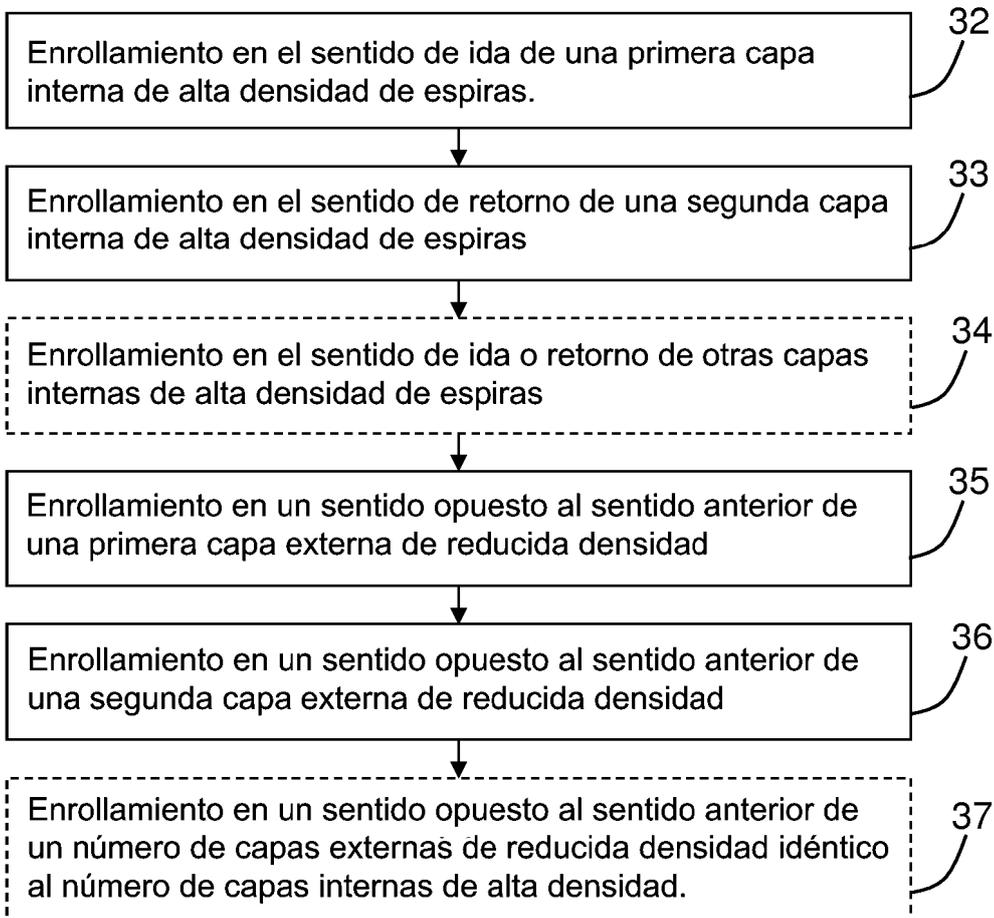


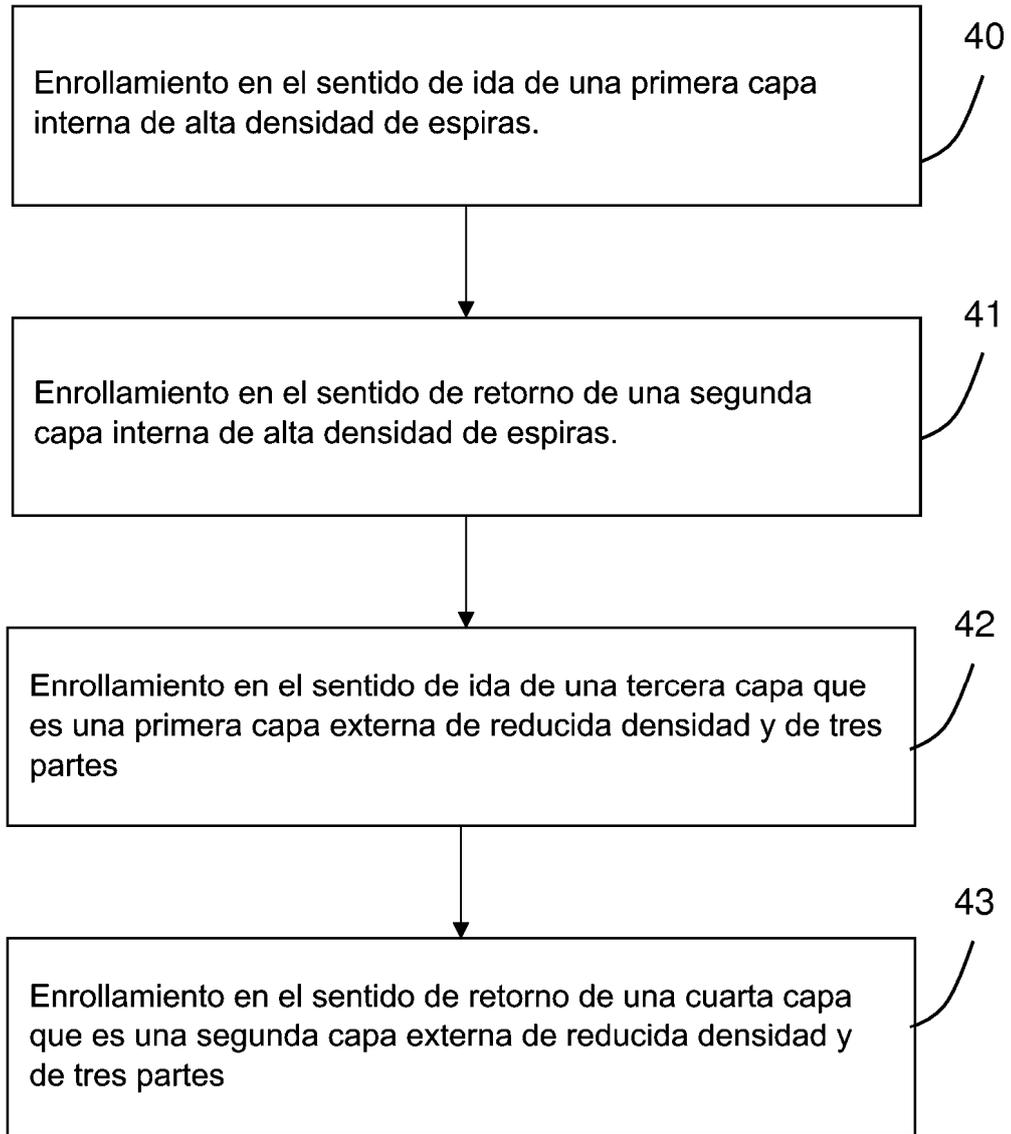
**FIG. 6**



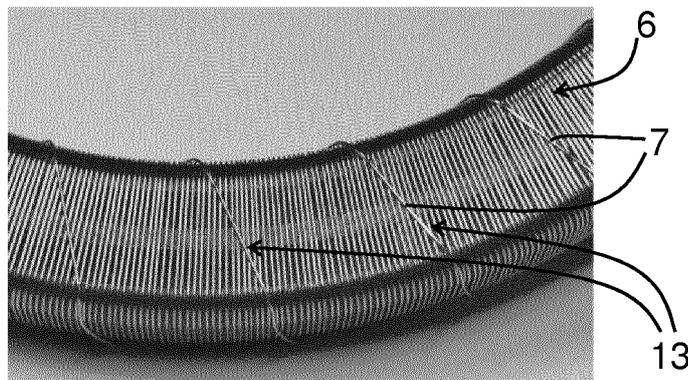
**FIG. 7**

**FIG. 8**





**FIG. 9**



**FIG. 10**