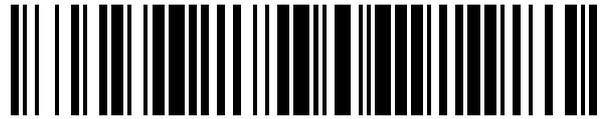


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 160 858**

21 Número de solicitud: 201630800

51 Int. Cl.:

G01R 11/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

20.06.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.07.2016

71 Solicitantes:

SMILICS TECHNOLOGIES, S.L. (100.0%)

Lepanto, nº 43

08223 TERRASSA (Barcelona) ES

72 Inventor/es:

PONS GONZÁLEZ, Bernat y

CELEMÍN GONZÁLEZ, Javier

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

54 Título: **SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE**

ES 1 160 858 U

DESCRIPCIÓN

Sensor de corriente de tipo flexible.

Campo de la invención:

5 La presente invención se refiere a un sensor (también llamado como transductor) de corriente de tipo flexible, el cual tiene la función de medir la corriente alterna (CA) o pulsos rápidos de corriente DC en tiempo real en una instalación eléctrica (por ejemplo destinado para medir la corriente que circular por un conductor eléctrico) con relativa independencia de la posición del conductor, con una gran fiabilidad, un bajo consumo de potencia, con prácticamente ningún problema de saturación magnética o de efecto de histéresis, y presentando muy baja dependencia de la temperatura y muy buena linealidad.

Estado de la Técnica:

Este tipo de sensor/transductor de corriente de tipo flexible es un sensor de núcleo de aire, el cual está basado en el principio de la bobina Rogowski. Este sensor/transductor de corriente también se denomina habitualmente en la jerga técnica como "pinza flexible".

15 La bobina de Rogowski es un dispositivo eléctrico y se emplea como método no intrusivo para medir la corriente que circula por un conductor (W. Rogowski y W. Steinhaus, "Die Messung der magnetischen Spannung", Archiv für Elektrotechnik, 1912, 1, Pt.4, pp. 141–150).

20 En su forma más básica, la bobina de Rogowski comprende un arrollamiento helicoidal alrededor de un tubo de sección constante. Dicho tubo se cierra sobre sí mismo y alrededor del cable del cual se desea medir la corriente, formando un lazo sensor de forma toroidal.

Así pues, consiste principalmente en una bobina de cable en forma de hélice, alrededor de una circunferencia, como un lazo toroidal, pero con núcleo de aire, y los dos terminales de la bobina están cercanos entre sí.

25 La bobina se cierra uniendo ambos terminales de la bobina entre sí, quedando cerrada completamente alrededor del cable conductor que transporta la corriente que se quiere medir. La corriente produce un campo magnético alterno que induce la tensión en la bobina y dado que el voltaje inducido en la bobina es proporcional a la velocidad con la que varía la corriente que se mide en el cable, o a su derivada temporal, la salida obtenida en la bobina de Rogowski es usualmente conectada a un dispositivo integrador, a fin de obtener una tensión de salida proporcional a la corriente, la cual reproduce con precisión la forma de onda de corriente. Por lo tanto, se conocerá la corriente del conductor.

Este tipo de sensor/transductor de corriente se utiliza habitualmente para medir corrientes de hasta cientos de kiloamperios.

35 Por otra parte, en dicho tipo de sensor, la longitud del bucle del cable puede llegar a unos 150 cm. o superior, de manera que puede abrazar sin problema alguno a grandes cableados.

El rango habitual de ancho de banda de frecuencias de este tipo de sensores es entre 1 Hz y 1 MHz.

40 Una ventaja de la bobina de Rogowski frente a otros tipos de transformadores de corriente es que por su diseño puede ser abierta y flexible, lo cual permite medir un cable conductor sin perturbarlo (es decir sin tenerlo que desconectar). También gracias a su flexibilidad, se pueden abrazar uno o varios conductores, sin tener en cuenta sus distintas formas (cables aislados, tubos, etc.) para ejecutar acciones de medida de corriente.

Otras ventajas de la bobina de Rogowski en comparación con otros tipos de transformadores de corriente son que al no tener núcleo de hierro, sino de aire, ésta permite tener

5 una baja inductancia y respuesta a corrientes de rápida variación. Además, la ausencia de núcleo de hierro que sature, brinda alta linealidad, aun midiendo grandes corrientes, tales como las que se observan en transmisión de energía eléctrica de alta potencia, soldadura, o aplicaciones con pulsos de alta potencia. Una bobina de Rogowski construida apropiadamente, con el bobinado uniformemente espaciado, también presenta alta inmunidad a interferencia electromagnética.

Este tipo de sensor flexible de corriente es de aplicación universal, ya que no sólo se emplean en la tecnología de alta intensidad, sino también para medir corrientes en, por ejemplo, armarios de distribución. Es decir que puede tener distintas y múltiples aplicaciones, tales como:

- 10 - Medición de corriente en aplicaciones industriales.
- Medición de corriente en espacios muy reducidos.
- Medición de corriente sobre barras o conductores de gran sección.
- Medición de energía con gran rango dinámico.
- Análisis armónico de corriente hasta frecuencias elevadas.
- Protección de relé.
- 15 - Rectificador controlado de silicio.
- Control de velocidad de frecuencia variable, o
- Soldadura por resistencia eléctrica.

20 Uno de los inconvenientes existentes hoy en día respecto a las bobinas de Rogowski es que son algo sensibles a campos electromagnéticos externos producidos por conductores no abrazados por el lazo sensor e interferencias electromagnéticas en general, siendo además la medida entregada dependiente del posicionamiento relativo entre la bobina Rogowski y el conductor.

25 En el caso ideal donde la bobina posee simetría axial perfecta respecto a un eje paralelo al conductor, el conductor es perfectamente rectilíneo y el campo electromagnético presente es generado exclusivamente por el conductor cuya corriente se desea medir, la señal de voltaje suministrada por el lazo sensor es análoga a la variación temporal de la corriente que se desea medir. En este caso, utilizando un circuito integrador con la calibración apropiada, se puede obtener una señal proporcional a la corriente que circula por el conductor.

30 Sin embargo, en los casos prácticos los conductores no son perfectamente rectilíneos y el lazo sensor no posee simetría axial, por lo que las medidas de corriente dependen de la orientación y posición del conductor que atraviesa el lazo sensor. Además, la existencia de campos electromagnéticos externos no producidos por el conductor cuya corriente se desea medir, introduce problemas de interferencia inductiva, capacitiva y electromagnética, que llamaremos genéricamente como "problemas de gap". Todos estos factores limitan la precisión de las bobinas de tipo Rogowski.

40 Estos problemas se han intentado resolver en la práctica disminuyendo el diámetro del tubo en relación con su longitud, aumentando la precisión mecánica en la fabricación del devanado helicoidal, apantallando magnéticamente la unión de los extremos del tubo donde se cierra el lazo de medida, o envolviendo el lazo de medida con apantallamiento metálico extra conectado a tierra.

Objeto de la invención:

El objeto de la presente invención es concebir una pinza flexible para la medida de corriente alterna (CA) sobre la base del principio de Rogowski hasta 100 kA sin electrónica de

control externo, que está adaptada para realizar la medida de corriente de conductores con un diámetro máximo entre 500 mm. y unos 600 mm., que sea muy fácil, cómodo, rápido y seguro de abrir y cerrar el lazo de la bobina por parte del usuario, y que además minimice el máximo posible el “problema de gap”.

5 **Descripción de la invención:**

El objeto de la presente invención es el que se define en la primera reivindicación que se acompaña.

10 La presente invención se materializa en una pinza flexible (es decir un sensor/transductor de corriente de tipo flexible) adaptado para la medida de corriente alterna (CA) que funciona como un sensor de núcleo de aire (basándose en el principio de Rogowski), la cual se caracteriza porque está configurada por un lazo de bobina que se abre y cierra completamente mediante la provisión de un mecanismo de cierre que permite al usuario abrir y/o cerrar de manera fácil y segura dicha bobina alrededor de uno o más cable(s) conductor(es) que transporta(n) la corriente que se desea medir, comprendiendo dicho mecanismo de cierre un elemento hembra y un elemento macho que se acoplan entre sí por medio de unos medios de sujeción magnéticos liberables.

15 Dichos medios de sujeción magnéticos están formados, de modo preferente, por un elemento magnético dispuesto en el elemento macho y otro elemento magnético correspondiente dispuesto en el elemento hembra, con una fuerza de atracción magnética tal que se pueden liberar fácilmente entre sí por parte de un usuario.

20 En referencia al elemento hembra, el mismo está formado por un cuerpo exterior, preferentemente de material plástico y configuración exterior sensiblemente cilíndrica provista de una porción superior sobresaliente en la zona más terminal dentro de la cual se dispone el elemento magnético. Preferentemente dicha porción superior sobresaliente presenta una superficie redondeada, que favorece que no existan problemas de posicionamiento de la pinza debido al enganche de otros cables que se puedan encontrar en las inmediaciones del cable o cables a medir con dicha pinza.

25 En referencia al elemento macho, el mismo está formado por un cuerpo exterior de constitución sólida, preferentemente de material plástico y cuya configuración exterior es sensiblemente cilíndrica y provisto también de una porción sobresaliente dentro de la cual se dispone el elemento magnético “macho”. Preferentemente dicha porción superior sobresaliente presenta también una superficie redondeada, que asimismo favorece que no existan problemas de posicionamiento de la pinza debido al enganche u obstaculización de otros cables colindantes que se puedan encontrar cercanos al cable o cables a medir con dicha pinza.

30 De modo preferente, el elemento hembra presenta en su parte distal (es decir la parte más externa longitudinalmente) de su propio cuerpo una sujeción flexible de tipo mecánico formada por dos partes separadas entre sí por una pequeña ranura en la dirección longitudinal y unidas entre sí por unos medios de sujeción tal como uno o más tornillo(s), cuya finalidad es la de evitar la rotura del cable de salida y también no permite que dicho cable de salida pueda ser arrancado con facilidad.

35 De modo preferente, el elemento hembra presenta también una segunda ranura no pasante en dirección transversal localizada en su parte superior, cuya finalidad es la de ayudar a curvar el elemento hembra.

40 Por otra parte, y de modo preferente, el sensor de corriente presenta unos elementos hembra y macho con una configuración y forma tales que permiten la inclusión en su interior de un circuito impreso (o también denominado como PCB, abreviatura del término inglés “printed circuit board”), tanto en el elemento macho como en el elemento hembra. Mediante la provisión de estos circuitos impresos internos, que puede ser rígidos, flexibles o combinación de ellos, se logra ventajosamente efectuar una adaptación de la señal de salida. De modo preferente, dichos circuitos

impresos internos se montan soldados en las partes internas del propio cuerpo de la bobina flexible, tanto en el elemento macho como en el elemento hembra.

Respecto a los elementos magnéticos dispuestos en el elemento macho y en el elemento hembra, pueden estar formados por un imán o bien por un metal ferromagnético (por ejemplo, hierro, cobalto, níquel o aleaciones de estos), sin que ello altere la esencialidad de la presente invención.

Este mecanismo de cierre tan eficaz de la bobina, provisto de una sujeción magnética en sus extremos, logra disminuir sustancialmente el error en la medida causado por la discontinuidad de la bobina en los extremos de unión, lo cual es una gran ventaja de calidad respecto a las pinzas ya conocidas hoy en día.

Estas y otras características se desprenderán mejor de la descripción detallada que sigue, la cual, para facilitar su comprensión, se acompaña de tres láminas de dibujos, en las que se ha representado un caso práctico de realización que se cita solamente a título de ejemplo no limitativo del alcance de la presente invención.

Descripción de las figuras:

Sigue a continuación una relación de las distintas figuras que se acompañan:

la figura nº 1 ilustra una vista esquemática de la bobina de Rogowski con un cable conductor a medir que pasa por el interior del lazo cerrado de la bobina;

la figura nº 2 ilustra una vista en alzado lateral de una realización preferente de la pinza flexible objeto de la invención con el mecanismo de cierre abierto;

la figura nº 3 ilustra una vista también en alzado lateral de esta misma realización de la pinza flexible, pero en este caso con el mecanismo de cierre cerrado;

la figura nº 4 ilustra una vista en planta superior de esta misma realización de la pinza flexible;

la figura nº 5 ilustra una vista en alzado frontal de esta misma realización de la pinza flexible;

la figura nº 6 ilustra una vista en alzado trasero de esta misma realización de la pinza flexible; y

la figura nº 7 ilustra una vista en alzado lateral de esta misma realización de la pinza flexible, en la cual se representa el cable a medir.

Descripción de una realización preferente de la invención:

Una realización práctica posible de la invención, aunque no limitativa, es la mostrada en las figuras adjuntas, en las que se aprecia una pinza flexible o sensor/transductor de corriente de tipo flexible (10) adaptado para la medida de corriente alterna (CA), la cual está configurada por una bobina de cable (13) en forma de hélice, alrededor de una circunferencia, como un lazo toroidal, pero con núcleo de aire, y los dos terminales de la bobina están cercanos entre sí, cerrándose dicha bobina por la unión de ambos terminales de la bobina entre sí, de modo que el lazo de la bobina queda cerrada completamente mediante un eficaz mecanismo de cierre que permite al usuario abrir y/o cerrar fácilmente dicha bobina alrededor del cable conductor (22) que transporta la corriente que se quiere medir, y además logrando reducir el error de "gap" en la medida causado por la discontinuidad de la bobina.

En referencia a la figura nº 1, la misma ilustra una vista esquemática de una bobina de Rogowski ideal (10), en la cual se representa la configuración básica de dicha bobina en la que se ha representado además el cable conductor (22) a medir su corriente que transcurre por el interior del lazo cerrado de la bobina.

Tal y como se muestra en las figuras nº 2 a 7, la pinza flexible (10) objeto de esta invención presenta un mecanismo de cierre formado por la combinación de un elemento hembra (11) y un elemento macho (12) que se acoplan entre sí por medio de unos medios de sujeción magnéticos.

5 Concretamente en las figuras nº 2 y 3, se percibe la disposición de los medios de sujeción magnéticos, los cuales están formados en esta caso concreto por un elemento magnético (16) dispuesto en el elemento macho (12) y otro elemento magnético (15) correspondiente dispuesto en el elemento hembra (11).

10 En estas mismas figuras nº 2 y 3, se aprecia claramente la constitución del elemento hembra (11), el cual presenta un cuerpo exterior de configuración exterior sensiblemente cilíndrica provista de una porción superior sobresaliente (23), véase figura nº 5, en la zona más terminal dentro de la cual se dispone el elemento magnético (15). Esta porción superior sobresaliente (23) presenta una superficie redondeada, que favorece que no existan problemas de posicionamiento de la pinza (10).

15 Además el elemento hembra (11) tiene en su parte más externa longitudinalmente de su propio cuerpo una sujeción flexible (17) formada por dos partes (18a, 18b) separadas entre sí por una ranura longitudinal (19) de poco espesor y no pasante, y unidas entre sí ambas partes (18a, 18b) por dos tornillos (21) que se alojan respectivamente en los dos orificios (25), mostrados en las figuras nº 4 y 6.

20 También el elemento hembra (11) presenta en su parte superior otra ranura transversal (20) no pasante, cuya finalidad principal es la de ayudar a arquear el cuerpo del elemento hembra (11) para seguir la curvatura del lazo de la bobina.

En referencia al elemento macho (12), está constituido por un cuerpo exterior de constitución sólida y sensiblemente cilíndrica, provisto también de una porción sobresaliente (24) de superficie redondeada dentro de la cual se dispone el elemento magnético "macho" (16).

25 Tanto los elementos hembra (11) como el macho (12) comprenden en su interior respectivos circuitos impreso (18, 19) dispuestos fijamente por ejemplo mediante soldadura, cuyo fin es adaptar la señal de salida medida, véase la localización de dichos circuitos impreso (18, 19) en las figuras nº 2 y 3.

30 Respecto al cable (14) representado en las figuras, corresponde al cable de salida de señal, el cual generalmente va conectado al equipo de medida, que puede ser desde un "tester", osciloscopio, hasta un analizador de redes eléctricas o cualquier otro dispositivo de medida que permita la entrada de señales de tensión.

35 La invención, dentro de su esencialidad puede ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran solo en detalle de la indicada únicamente a título de ejemplo a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba. Podrá, pues, fabricarse este sensor de corriente, en cualquier forma y tamaño, con los medios y materiales más adecuados y con los accesorios más convenientes, pudiendo los distintos componentes de la invención ser sustituidos por otros técnicamente equivalentes, por quedar todo ello comprendido en el espíritu de las siguientes reivindicaciones.

40

REIVINDICACIONES

5 **1ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, de los que son un tipo de sensor de núcleo de aire, basado en el principio de la bobina Rogowski, y de los que sirven para medir la corriente alterna (CA) o pulsos rápidos de corriente en tiempo real en una instalación eléctrica, por ejemplo destinado para medir la corriente que circular por uno o más conductores eléctricos, **caracterizado en que** está configurado por un lazo de bobina que se abre y cierra completamente mediante la provisión de un mecanismo de cierre que permite al usuario abrir y/o cerrar de manera fácil y segura dicha bobina alrededor del cable o cables conductor(es) que transporta(n) la corriente a medir, comprendiendo dicho mecanismo de cierre un elemento hembra y un elemento macho adaptados ambos elementos hembra y macho para acoplarse entre sí por medio de unos medios de sujeción de tipo magnético.

15 **2ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, según la primera reivindicación, **caracterizado en que** los medios de sujeción de tipo magnético están formados por un elemento magnético dispuesto en el elemento macho y otro elemento magnético correspondiente dispuesto en el elemento hembra.

3ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”, según la segunda reivindicación, **caracterizado en que** el elemento hembra está formado por un cuerpo exterior de configuración exterior sensiblemente cilíndrica provista de una porción superior sobresaliente en la zona más terminal dentro de la cual se dispone el elemento magnético “hembra”.

20 **4ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, según la tercera reivindicación, **caracterizado en que** la porción superior sobresaliente del elemento hembra presenta una superficie redondeada.

25 **5ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, según la segunda reivindicación, **caracterizado en que** el elemento macho está formado por un cuerpo exterior de constitución sólida y cuya configuración exterior es sensiblemente cilíndrica y provisto también de una porción sobresaliente dentro de la cual se dispone el elemento magnético “macho”.

6ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”, según la quinta reivindicación, **caracterizado en que** la porción superior sobresaliente del elemento macho presenta una superficie redondeada.

30 **7ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, según cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 6ª, **caracterizado en que** el elemento hembra presenta en la parte distal de su propio cuerpo una sujeción flexible de tipo mecánico formada por dos partes separadas por una pequeña ranura longitudinal y unidas entre sí por unos medios de sujeción, para evitar la rotura del cable de salida.

35 **8ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, según cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 7ª, **caracterizado en que** el elemento hembra presenta en su parte superior una ranura no pasante en dirección transversal, para ayudar a curvar el elemento hembra.

40 **9ª - “SENSOR DE CORRIENTE DE TIPO FLEXIBLE”**, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado en que** tanto el elemento macho como el elemento hembra se disponen fijamente en su interior respectivos circuitos impresos, que puede ser rígidos, flexibles o combinación de ellos, para adaptación de la señal de salida.

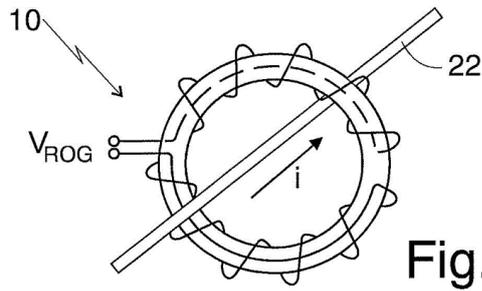


Fig. 1

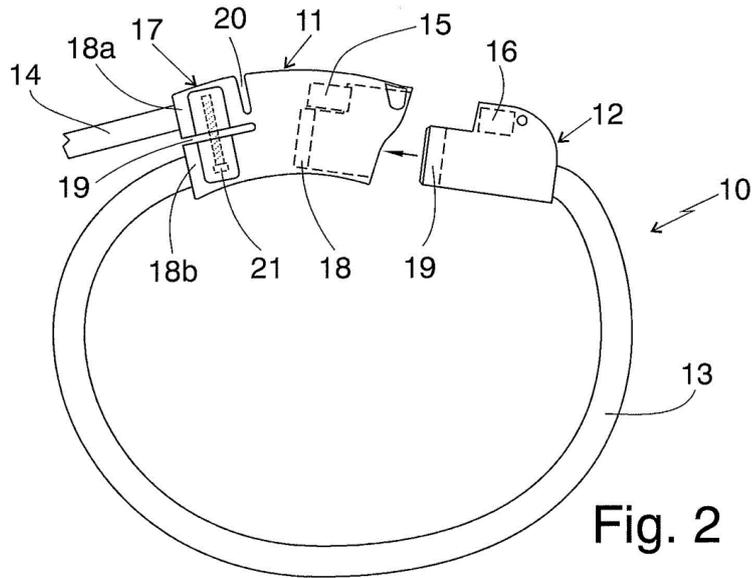


Fig. 2

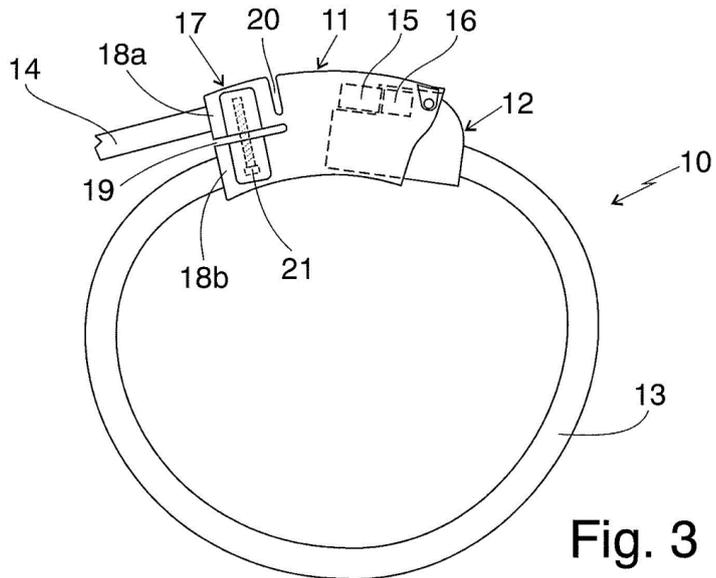


Fig. 3

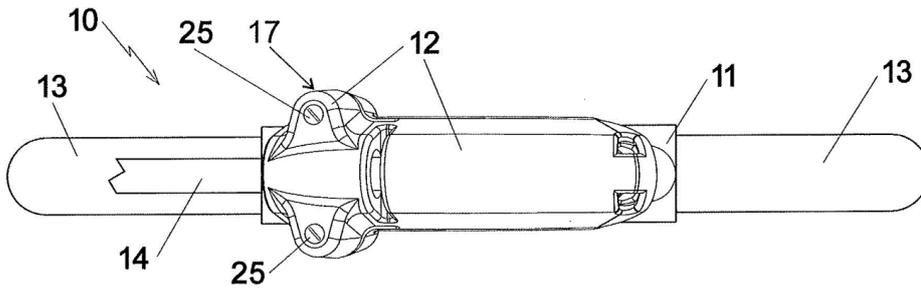


Fig. 4

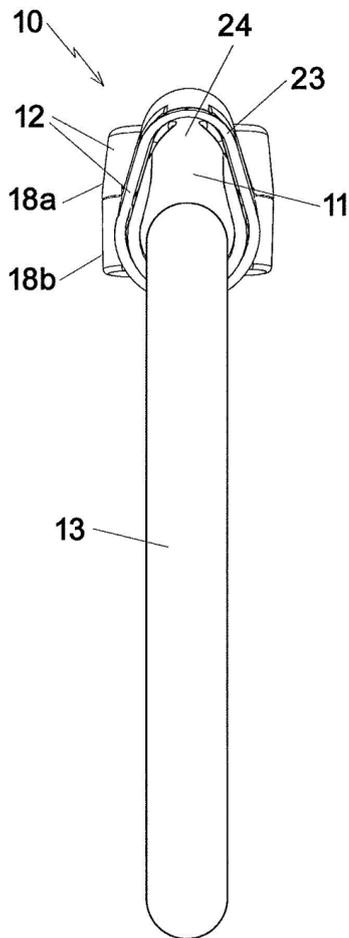


Fig. 5

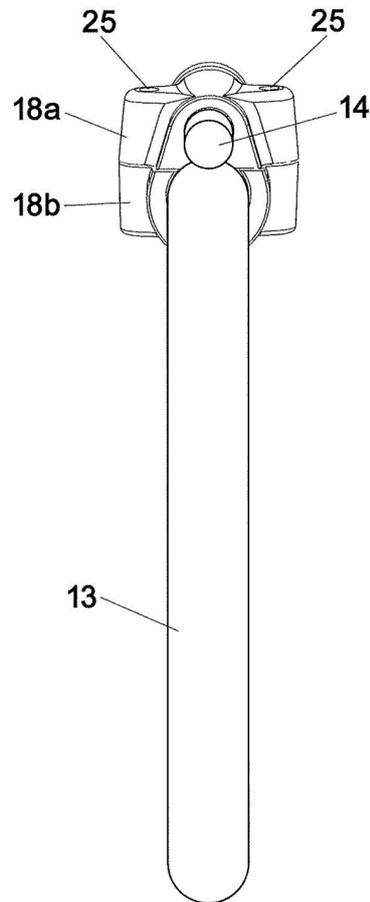


Fig. 6

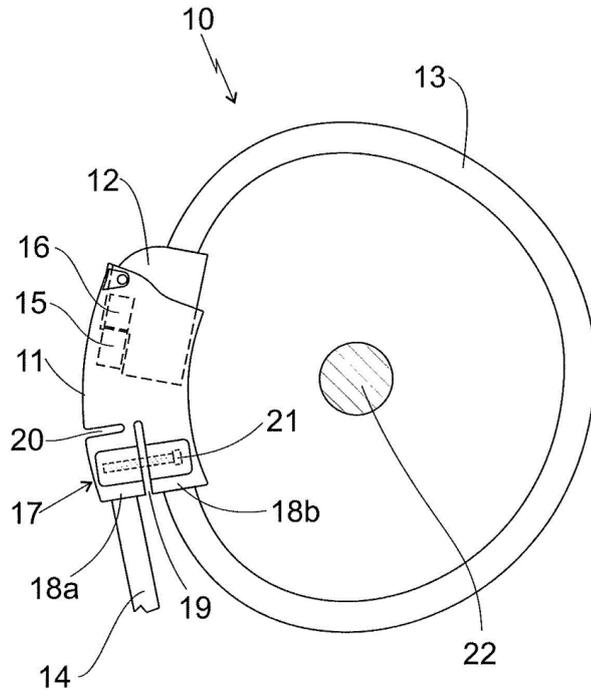


Fig. 7