

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 541**

51 Int. Cl.:

G01R 15/16 (2006.01)
H02H 3/14 (2006.01)
H02H 5/00 (2006.01)
H02H 11/00 (2006.01)
H02H 3/33 (2006.01)
H02H 1/00 (2006.01)
G01R 19/155 (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01)
H02H 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2017** **E 17160188 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 3373403**

54 Título: **Dispositivo de conmutación de protección DI y procedimiento de funcionamiento para identificar una tensión en el conductor PEN**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2021

73 Titular/es:
HEINRICH KOPP GMBH (100.0%)
Alzenauer Strasse 68
63796 Kahl am Main, DE

72 Inventor/es:
SCHUCK, NICOLAS

74 Agente/Representante:
CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 817 541 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 conmutación de protección DI y procedimiento de funcionamiento para identificar una tensión en el conductor PEN

5

La invención se basa en un dispositivo de conmutación de protección DI con las características del preámbulo de la reivindicación 1. Dicho dispositivo de conmutación de protección es conocido por el documento EP 0 806 825 B1.

10

En el caso de los dispositivos de conmutación de protección DI conocidos por el estado de la técnica, el dispositivo de identificación presenta un sensor con el que puede entrar en contacto un usuario con una superficie de sensor de un material conductor, que se lleva al potencial de tierra cuando el usuario entra en contacto con el mismo, siempre que se produzca mediante el contacto el contacto eléctrico requerido entre la mano del usuario y la superficie del sensor. El dispositivo de identificación está conectado eléctricamente al conductor de protección, de modo que, en caso de contacto, mediante la identificación de una caída de tensión entre la superficie del sensor conductor eléctrico y el conductor de protección, se puede concluir si el conductor de protección carece de tensión.

15

20

Los dispositivos de conmutación de protección DI conocidos, sin embargo, tienen la desventaja de que también permiten una conexión aislada eléctricamente, por ejemplo, cuando un usuario utiliza un guante eléctricamente no conductor o mal conductor, de modo que la función de seguridad mencionada se vuelve ineficaz. Además, de esta forma, los conductores de protección con una impedancia insuficientemente baja también pueden reconocerse como "buenos". Por lo tanto, el sistema de sensores existente no es suficiente para lograr una detección segura del estado del conductor de protección, especialmente cuando se utiliza ropa protectora (guantes, zapatos, etc.), y, en particular, para garantizar la ausencia de tensión del mismo.

25

30

El documento DE 10 2012 219 542 A1 se refiere a un dispositivo de supervisión de conductores de protección que comprende un generador de potencial de referencia para proporcionar un potencial de referencia (UR) a partir de los potenciales de tensión de un primer conductor de suministro de corriente y/o un segundo conductor de suministro de corriente; un generador de corriente de prueba para generar una corriente de prueba (IP) que depende del potencial de referencia (UR); un dispositivo de detección para generar una magnitud (φ) que depende de la corriente de prueba (IP); y un dispositivo de evaluación para evaluar la magnitud (φ) generada por el dispositivo de detección. A este respecto, el generador de potencial de referencia debe tener al menos una capacidad y/o al menos un diodo. Se indica que el dispositivo de supervisión del conductor de protección del documento DE 10 2012 219 542 A1 presenta un menor consumo de energía que los dispositivos de supervisión de conductores de protección conocidos. También se indica que utilizando estos dispositivos de supervisión de conductores de protección es posible comprobar si un conductor de protección es conductor de la tensión sin que el usuario entre en contacto con una parte, que está conectada eléctricamente al conductor de protección posiblemente conductor de la tensión.

35

40

Por lo tanto, el objetivo de la invención es desarrollar adicionalmente el dispositivo de conmutación de protección DI descrito anteriormente de tal forma que también permita un examen fiable del conductor de protección cuando el dispositivo de conmutación de protección DI se acciona de forma eléctricamente aislada.

45

Este objetivo se alcanza mediante un dispositivo de conmutación de protección DI con las características de la reivindicación 1. La reivindicación secundaria 12 se refiere a un procedimiento de funcionamiento correspondiente. Cada una de las reivindicaciones dependientes está dirigida a formas de realización ventajosas de la invención.

50

En consecuencia, está previsto que el dispositivo de detección presente un sensor capacitivo que, al entrar en contacto con un usuario, forme un condensador eléctrico con una reactancia capacitiva con respecto al potencial de tierra, presentando además el dispositivo de detección una electrónica de evaluación, por ejemplo un microcontrolador, que está prevista para determinar una posición del conductor de fase mediante conmutación del sensor contra el conductor de fase y por separado del mismo contra el conductor neutro, concluyéndose por la electrónica de evaluación que no hay presencia de una tensión de fase en el conductor de protección, cuando por la electrónica de evaluación se establece que hay ausencia de tensión entre el conductor neutro y el conductor de fase en la fase presente en el conductor de fase.

55

60

La superficie de sensor eléctricamente conductora utilizada en los dispositivos de conmutación de protección del estado de la técnica se sustituye así por una capacitiva, lo que significa que ya no es necesario establecer una conexión directa eléctricamente conductora con la superficie de sensor. Para poder generar una señal evaluable, el sensor debería configurarse ventajosamente de tal forma que haya presencia de una señal de sensor suficientemente grande incluso con ropa protectora gruesa. El punto de partida del principio del sensor es el condensador de placas, que se puede calcular según

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Es deseable obtener una gran capacidad del sensor para ajustar una corriente lo más grande posible a través de la reactancia capacitiva resultante

$$X_C = \frac{1}{j \omega C} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Sin embargo, esta corriente del sensor no debe ser de un orden de magnitud en el que el usuario resulte perjudicado y, en particular, se deberá aspirar a una intensidad de corriente de unos pocos microamperios.

Por lo tanto, puede estar previsto que un lado exterior de una carcasa dieléctrica del dispositivo de conmutación de protección DI forme el condensador cuando un usuario entre en contacto con un conductor eléctrico. El conductor eléctrico, por ejemplo, puede estar alojado en un espacio de la carcasa, aplicado al exterior de la carcasa, o ser o presentar un recubrimiento en el lado interior de la carcasa.

Para lograr una superficie de contacto lo más grande posible entre la mano de un usuario y la carcasa y, en consecuencia, para lograr una gran superficie eficaz del condensador A, puede estar previsto que el lado exterior de la carcasa tenga una forma ergonómica de modo que se produzca un contacto de gran superficie entre la mano, o el guante que rodea la mano, de un usuario y el lado exterior de la carcasa cuando el usuario agarra la carcasa con la mano o el guante. Se puede cargar el condensador con una tensión a través del conductor eléctrico. En particular, el conductor eléctrico puede conectarse eléctricamente al dispositivo de identificación para este propósito. Si la capacidad del condensador se determina según la ecuación 1, ϵ puede ser la permitividad del dieléctrico y d su espesor, que puede ser la suma de un espesor de carcasa, un espesor de piel humana, posibles inclusiones de aire y, posiblemente, un espesor de material del guante, pudiendo ser A la superficie cubierta por el contacto del usuario del conductor eléctrico en el lado interior.

Es ventajoso aumentar la carcasa del dispositivo de conmutación de protección DI o por lo menos del conductor eléctrico en el lado interior de la carcasa a al menos $3 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, que corresponde aproximadamente a la superficie de dos manos. La superficie de la carcasa también deberá apoyarse de la forma más plana posible en las manos del usuario, de modo que la carcasa pueda presentar una geometría ergonómica al menos en su lado exterior con la que el usuario entra en contacto.

En particular, la electrónica de evaluación puede estar prevista para determinar una posición de fase en el conductor de fase y el conductor de neutro conmutando sucesivamente el conductor de fase y el conductor de neutro contra el sensor y comprobando en cada caso la presencia de una caída de tensión. Por lo tanto, puede estar previsto, en lugar de examinar directamente el conductor de protección, tal como está previsto en los dispositivos conocidos por el estado de la técnica, conmutar en primer lugar los conductores L(N) y N(L) contra el sensor capacitivo uno tras otro. Dependiendo de las señales recibidas, en consecuencia, las caídas de tensión registradas cualitativamente (sí/no), se evalúa si se puede iniciar una siguiente fase de prueba. Después de evaluar las señales recibidas, la fase puede asignarse a una posición en el conductor N o en el conductor L. En consecuencia, la electrónica de evaluación puede estar prevista para determinar la posición de fase por medio de las caídas de tensión registradas cualitativamente en el conductor de fase y el conductor neutro según la tabla de verdad siguiente:

L(N) ↔ sensor	N(L) ↔ sensor	Posición de fase
0	0	no puede determinarse
0	1	N(L)
1	0	L(N)
1	1	no puede determinarse

A continuación, se pueden examinar la fase y el conductor neutro contra el conductor de protección. A este respecto, en particular, se puede observar si la diferencia de potencial entre el conductor neutro y el conductor de protección se encuentra por debajo de un valor permitido para una tensión de contacto, por ejemplo, por debajo de 50 V.

En consecuencia, la electrónica de evaluación también puede estar prevista para examinar el conductor de fase contra el conductor de protección y el conductor neutro contra el conductor de protección para una caída de tensión conociendo la posición de fase, concluyendo la electrónica de evaluación que el conductor de protección funciona correctamente solo si, correspondientemente a la posición de fase determinada hay presencia de una caída de

tensión con respecto al conductor de fase y no hay presencia de tensión con respecto al conductor neutro o una caída de tensión se encuentra por debajo de una tensión de contacto.

5 La electrónica de evaluación puede estar prevista para determinar un estado del conductor de protección examinando el conductor de fase contra el conductor de protección y el conductor neutro contra el conductor de protección para una caída de tensión de manera correspondiente la tabla de verdad siguiente:

Fase ↔ PE	Conductor neutro ↔ PE	Estado PE
0	0	no presente o de alta impedancia
0	1	conductor de la tensión
1	0	presente y carente de tensión
1	1	función no presente

10 Si la verificación de la diferencia de potencial entre el conductor neutro y el conductor de protección da como resultado que se encuentra por debajo de una tensión de contacto permitida, la electrónica de evaluación puede llevar a cabo una verificación de la calidad del conductor de protección, en particular una verificación sobre una baja impedancia del conductor de protección.

15 Si también se ha superado esta prueba de calidad, se puede enviar una señal de liberación desde el dispositivo de identificación a una etapa de conmutación para controlar un conmutador DI, y así conectar la salida del dispositivo de conmutación de protección DI.

20 Según otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de conmutación de protección DI del tipo descrito anteriormente, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

- entrar en contacto con el sensor del dispositivo de conmutación de protección DI con una mano, que opcionalmente está envuelta por un guante de protección, estando un condensador eléctrico formado con una reactancia capacitiva con respecto al potencial de tierra;
- conmutar sucesivamente el conductor de fase y el conductor neutro contra el sensor y determinar una posición de fase a partir de ello;
- conociendo la posición de fase, examinar el conductor de fase contra el conductor de protección y el conductor neutro contra el conductor de protección para determinar una caída de tensión;
- cerrar los contactos de conmutación del conductor de fase, el conductor neutro y el conductor de protección solo si el examen ha demostrado que el conductor de protección está presente/tiene baja impedancia y/o carece de tensión.

35 El procedimiento puede incluir además agarrar una carcasa del dispositivo de conmutación de protección DI, en el que el agarre debe tener lugar de tal manera que se produzca una superficie de contacto lo más grande posible entre la mano o el guante de un usuario y el exterior de la carcasa. Para promover esto, puede estar previsto que la carcasa tenga una forma ergonómica en su exterior.

40 Se explican más detalles de la invención haciendo referencia a las figuras siguientes. A este respecto, estas muestran:

45 Figura 1: esquemáticamente, la estructura de un sensor capacitivo para su uso en un dispositivo de conmutación de protección DI según la invención según una forma de realización; y

Figura 2: un diagrama de bloques de un dispositivo de conmutación de protección DI según una forma de realización de la invención.

50 La figura 1 muestra esquemáticamente la estructura de un sensor capacitivo 17 para su uso en un dispositivo de conmutación de protección DI según la invención de acuerdo con una forma de realización de la invención. En consecuencia, el sensor 17 está formado esencialmente por la carcasa 29 del dispositivo de conmutación de protección DI, presentando la carcasa 29 un conductor eléctrico 30 en su lado interior 31. El conductor eléctrico 30 puede ser, por ejemplo, un recubrimiento metálico en el lado interior 31 de la carcasa 29. El conductor eléctrico 30 puede estar conectado a la electrónica de evaluación 14a del dispositivo de detección 14 para conmutarse, según
55 la invención, contra el conductor de fase o el conductor neutro a fin de determinar la posición de fase (véase la figura 2). La carcasa 29 presenta una superficie 28 que puede abarcarla un usuario con la mano. Representa un primer electrodo del condensador formado con el conductor 31. El material de la carcasa de espesor d forma, a

este respecto, el dieléctrico del condensador y presenta una permitividad ϵ . La permitividad describe la conductividad dieléctrica del material de la carcasa.

5 La superficie del conductor eléctrico 30 en el lado interior 31 de la carcasa 29 representa la superficie máxima disponible del sensor, estando definida la superficie capacitiva A eficazmente realizada por la intersección de la superficie 28 de la carcasa abarcada por la mano de un usuario y la superficie A del sensor. El espesor d de la carcasa 29 continúa formando así el espacio entre las placas de condensador. La capacidad eficaz y, por lo tanto, la capacidad del sensor se pueden calcular a partir de los valores mencionados anteriormente utilizando la ecuación para el condensador de placas, la ecuación 1. Esto se puede realizar aproximadamente tal como se describe a continuación.

15 En el ejemplo siguiente, la capacidad del sensor entre la superficie del sensor y la mano se determina de forma simplificada. La superficie indicada corresponde a la superficie capacitiva eficaz del sensor 17. La permitividad ϵ se desprecia como parámetro para prestar una atención especial a la geometría del sensor. Se asume la misma permitividad para la capa superior de piel que para el guante. Se aplica lo siguiente:

$$\epsilon = 1 \frac{F}{m}$$

20 Para el espesor de la capa superior de piel d_1 se asume $30 \cdot 10^{-6} m$;

Para el espesor de un guante d_2 se asume $7 \cdot 10^{-3} m$;

Para el espesor de la carcasa se asume aproximadamente 1 mm;

25 La superficie de un pulgar A_1 corresponde a aproximadamente $(20 \cdot 10^{-3} m) \cdot (20 \cdot 10^{-3} m) = 400 \cdot 10^{-6} m^2$;

La superficie de una mano A_2 corresponde a aproximadamente $(150 \cdot 10^{-3} m) \cdot (100 \cdot 10^{-3} m) = 15 \cdot 10^{-3} m^2$.

30 Si se establecen los valores de d_1 y A_1 en la ecuación 1, se observa el caso: pulgar sin guante sobre el sensor.

$$C_1 = \frac{\epsilon A_1}{d_1} = \frac{1F \cdot (400 \cdot 10^{-6} m^2)}{m \cdot (30 \cdot 10^{-6} m)} = 13,3F \quad (3)$$

Ahora se reemplaza d_1 por d_2 , se obtiene el caso: pulgar con guante sobre el sensor.

$$35 \quad C_1 = \frac{\epsilon A_1}{d_2} = \frac{1F \cdot (400 \cdot 10^{-6} m^2)}{m \cdot (7 \cdot 10^{-3} m)} = 0,0571428F \quad (4)$$

Suponiendo una conexión en serie de capacidad de piel C_1 y capacidad de guante C_2 , se obtienen los resultados de capacidad total siguientes.

$$40 \quad C_{tot1} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{1}{\frac{1}{13,3F} + \frac{1}{0,0571428F}} \approx 0,0569F \quad (5)$$

Si ahora se establece la relación entre sí del resultado sin guante de la ecuación 3 y el resultado con guante de la ecuación 5, se obtiene el valor siguiente

$$45 \quad \frac{C_1}{C_{tot1}} \approx \frac{13,3F}{0,0569F} \approx 234,33 \quad (6)$$

50 Dado que la capacidad C se comporta de forma indirectamente proporcional a la reactancia X_C , una capacidad del sensor más baja deteriora la corriente del sensor (partiendo de la ley de Ohm). Por tanto, una mayor capacidad da como resultado una mayor corriente del sensor. Realizando el mismo cálculo de capacidad (ecuación 5 a ecuación 6) con A_2 y d_2 se obtiene el resultado siguiente para la nueva relación

$$\frac{C_1}{C_{tot2}} \approx \frac{13,3F}{1,846F} \approx 7,22 \quad (7)$$

Con la misma superficie del sensor, la señal del sensor empeora en un factor de 234,33 cuando se utiliza un guante (independientemente de las constantes del material). Si la superficie del sensor se aumenta al tamaño de la superficie de la mano, la señal con el guante solo se deteriora en un factor de 7,22 en comparación con los sensores del pulgar conocidos por la técnica anterior con una superficie del sensor correspondientemente pequeña. Por consiguiente, mediante la superficie del sensor se puede compensar parcialmente el guante. Para una compensación completa, la superficie en el caso presente tendría que aumentarse en $93,33 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Sin embargo, este parámetro está limitado por el tamaño de la superficie de la mano del usuario, ya que solo la superposición de la superficie de la mano y la superficie del sensor se considera una superficie eficaz.

Por tanto, es ventajoso aumentar la superficie eficaz del sensor al tamaño de dos manos, por ejemplo $30 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. La superficie de la carcasa 28 también debe apoyarse de la forma más plana posible en las manos del usuario, de modo que se prefiere un diseño ergonómico de la superficie de la carcasa 28.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de una forma de realización preferida del dispositivo de conmutación de protección DI según la invención. En este caso, el conductor de fase L 1 está conectado a una impedancia de protección 5 a través de una línea 4 y el conductor neutro 2 está conectado a una impedancia de protección 7 a través de una línea 6. Las impedancias de protección 5, 7 están conectadas entre sí en el lado de salida a través de los conductores 8, 9 en un nodo 10. El nodo 10 está conectado a través de una línea 11 a otra impedancia de protección 12, que está conectada en el lado de salida a través de un conductor 13 a un dispositivo 14 para identificar el estado del conductor de protección. Las impedancias de protección 5, 7 y 12 se utilizan para limitar la corriente. El dispositivo 14 también está conectado al conductor de protección 3 a través de una línea 15 y a un sensor 17 a través de una línea 16. Según la invención, el sensor 17 es un sensor capacitivo, por ejemplo, un sensor como se ha descrito con referencia a la figura 1.

La salida del dispositivo 14 está conectada a través de un conductor 18 a una etapa de conmutación 19, que conmuta un conmutador de protección de corrientes de defecto DI 21 a través de una línea 20. El conmutador de protección de corrientes de defecto DI 21 está conectado a un transformador de corriente total 22, cuyo devanado primario está formado por el conductor de fase 1 y el conductor neutro 2. El transformador de corriente total 22 también presenta un devanado secundario que conduce las tensiones inducidas a través de las líneas 23, 24 a la electrónica de evaluación incluida en el conmutador DI 21. El conmutador DI 21 está acoplado mecánicamente a contactos del conmutador 25, 26, 27 que se conmutan en las líneas 1, 2, 3.

Dependiendo de la posición del conductor de fase, hay un flujo de corriente desde la línea 4 a través de la impedancia de protección 5 y la línea 8, o a través de la línea 6, la impedancia de protección 7 y la línea 9 al nodo 10 y desde el nodo 10 a través del conductor 11, la impedancia de protección 12, el conductor 13, el dispositivo de detección 14 y la línea 15 al conductor de protección 3. En el caso normal, es decir, cuando el conductor de fase 1, el conductor neutro 2 y el conductor de protección 3 están correctamente conectados, esta corriente fluye a través del dispositivo 14 a través de la línea 15 al conductor de protección 3.

Sin embargo, si esta corriente falta, por ejemplo, porque el conductor de protección no está conectado o está interrumpido, el dispositivo 14 identifica esta condición de defecto debido a que la corriente no fluye a través del conductor 15 al conductor de protección 3 y conmuta a través de una etapa de conmutación 19 potencialmente separada el conmutador de protección DI 21, que abre los contactos de conmutación 25, 26, 27 y, por lo tanto, interrumpe los conductores 1, 2, 3.

El dispositivo 14 también está diseñado para identificar la presencia de una tensión externa o tensión de red en el conductor de protección 3. Para este propósito se utiliza el sensor capacitivo 17, el cual cuando entra en contacto con un usuario forma un condensador eléctrico con una reactancia capacitiva con respecto al potencial de tierra. El dispositivo de detección 14 presenta una electrónica de evaluación 14a que está configurada para determinar la posición de la fase conmutando el sensor 17 contra el conductor de fase 1 y de forma separada del mismo contra el conductor neutro 2. Por lo tanto, en lugar de examinar directamente el conductor de protección, tal como han previsto los dispositivos de la técnica anterior, se conmutan en primer lugar el conductor neutro y el conductor de protección junto al sensor uno tras otro para asignar la fase a una posición en el conductor L o el conductor N. Dependiendo de las señales recibidas, se evalúa si se puede iniciar la siguiente fase de prueba:

L(N) ↔ sensor	N(L) ↔ sensor	Posición de fase
0	0	no puede determinarse
0	1	N(L)
1	0	L(N)
1	1	no puede determinarse

Después de determinar la posición de la fase, la fase y el conductor neutro se examinan contra el conductor de protección. Después de evaluar la señal, se puede valorar si existe una diferencia de potencial entre el conductor

neutro y el conductor de protección y, si este es el caso, si se encuentra por debajo de la tensión de contacto. Se puede suponer una tensión de contacto despreciable, por ejemplo, si la diferencia de potencial es < 50 V. La evaluación de la señal para valorar la diferencia de potencial entre el conductor neutro y el PE se puede realizar según la tabla de verdad siguiente:

5

Fase ↔ PE	Conductor neutro ↔ PE	Estado PE
0	0	no presente o de alta impedancia
0	1	conductor de la tensión
1	0	presente y carente de tensión
1	1	función no presente

A continuación, se puede llevar a cabo la verificación de la calidad del conductor de protección, por ejemplo, determinando una resistencia del conductor de protección.

10 Las características de la invención descritas en la descripción anterior, en los dibujos y en las reivindicaciones pueden ser esenciales para realizar la invención tanto individualmente, como en cualquier combinación.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de conmutación de protección DI con un transformador de corriente total (22) para detectar corrientes de defecto en un conductor de fase (1) y un conductor neutro (2) y con un dispositivo de identificación (14) para identificar estados de defecto de un conductor de protección (3),

en el que el dispositivo de identificación (14) está conectado en el lado de entrada al conductor de fase (1), al conductor neutro (2) y al conductor de protección (3) y en el lado de salida, a una etapa de conmutación (19) para controlar un conmutador de protección DI (21), en el que el conmutador de protección DI (21) está previsto para conmutar unos contactos de conmutación (25, 26, 27) en el conductor de fase (1), el conductor neutro (2) y el conductor de protección (3),

en el que el dispositivo de identificación (14) identifica la presencia de una tensión de fase en el conductor de protección (3) como un estado de defecto,

en el que el dispositivo de identificación (14) presenta un sensor capacitivo (17) que, al entrar en contacto con un usuario, forma un condensador eléctrico con una reactancia capacitiva con respecto al potencial de tierra, caracterizado por que el dispositivo de identificación (14) presenta asimismo una electrónica de evaluación (14a), que está prevista para determinar una posición de fase conmutando el sensor (17) contra el conductor de fase (1) y por separado del mismo contra el conductor neutro (2), en el que por la electrónica de evaluación (14a) se concluye que hay ausencia de una tensión de fase en el conductor de protección (3), cuando por la electrónica de evaluación (14a) se establece que hay ausencia de tensión entre el conductor neutro (2) y el conductor de protección (3).

2. Dispositivo de conmutación de protección DI según la reivindicación 1, caracterizado por que en el mismo, un lado exterior (28) de una carcasa dieléctrica (29) del dispositivo de conmutación de protección DI forma el condensador con un conductor eléctrico (30) de la carcasa al entrar en contacto con un usuario.

3. Dispositivo de conmutación de protección DI según la reivindicación 2, caracterizado por que en el mismo, el conductor eléctrico (30) está alojado en un espacio de la carcasa, está aplicado al lado exterior (28) de la carcasa o es, o presenta, un recubrimiento del lado interior (31) de la carcasa (29).

4. Dispositivo de conmutación de protección DI según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que en el mismo, el lado exterior (28) de la carcasa (29) está conformado ergonómicamente en la medida en que se produce un contacto de gran superficie entre la mano o el guante que encierra la mano de un usuario, cuando el usuario agarra la carcasa (29) con la mano o con el guante.

5. Dispositivo de conmutación de protección DI según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que en el mismo, el condensador es cargado con una tensión a través del conductor eléctrico (30).

6. Dispositivo de conmutación de protección DI según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el mismo, una capacidad del condensador se determina según $C = \epsilon A/d$ (Ec. 1), en la que ϵ es la permitividad del dieléctrico, que es la suma de un espesor de carcasa, un espesor de piel humana, unas posibles inclusiones de aire y, posiblemente, un espesor de material de guante, y A es la superficie del conductor eléctrico (30) cubierta por el contacto del usuario en el lado interior (31).

7. Dispositivo de conmutación de protección DI según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el mismo, la electrónica de evaluación (14a) está prevista para determinar una posición de fase en el conductor de fase (1) y el conductor neutro (2) conmutando el conductor de fase (1) y el conductor neutro (2) contra el sensor (17) por separado uno de otro y comprobando, en cada caso, la presencia de una caída de tensión.

8. Dispositivo de conmutación de protección DI según la reivindicación 7, caracterizado por que en el mismo, la electrónica de evaluación (14a) está prevista para establecer la posición de fase por medio de las caídas de tensión detectadas cualitativamente en el conductor de fase (1) y el conductor neutro (2) de forma correspondiente a la siguiente tabla de verdad:

L(N) ↔ sensor	N(L) ↔ sensor	Posición de fase
0	0	no puede determinarse
0	1	N(L)
1	0	L(N)
1	1	no puede determinarse

9. Dispositivo de conmutación de protección DI según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por

que en el mismo, el microcontrolador está previsto asimismo para examinar el conductor de fase (1) contra el conductor de protección (3) y el conductor neutro (2) contra el conductor de protección (3) para una caída de tensión conociendo la posición de fase, en el que la electrónica de evaluación (14a) concluye que el conductor de protección (3) está funcionando correctamente solo cuando correspondientemente a la posición de fase determinada con respecto al conductor de fase (1) hay presencia de una caída de tensión y con respecto al conductor neutro (2) hay ausencia de tensión o una caída de tensión se encuentra por debajo de una tensión de contacto, preferentemente por debajo de una tensión de 50 V.

5

10. Dispositivo de conmutación de protección DI según la reivindicación 9, caracterizado por que en el mismo, la electrónica de evaluación (14a) está prevista para determinar un estado del conductor de protección (3) examinando el conductor de fase (1) contra el conductor de protección (3) y el conductor neutro (2) contra el conductor de protección (3) para una caída de tensión de forma correspondiente a la siguiente tabla de verdad:

10

Fase ↔ PE	Conductor neutro ↔ PE	Estado PE
0	0	no presente o de alta impedancia
0	1	conductor de la tensión
1	0	presente y carente de tensión
1	1	función no presente

15

11. Procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de conmutación de protección DI según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas siguientes:

- entrar en contacto con el sensor (17) del dispositivo de conmutación de protección DI con una mano, que posiblemente está envuelta por un guante, estando un condensador eléctrico formado con una reactancia capacitiva con respecto al potencial de tierra;
- conmutar el conductor de fase (1) y el conductor neutro (2) contra el sensor (17) por separado uno de otro y establecer una posición de fase a partir del mismo;
- conociendo la posición de fase, examinar el conductor de fase (1) contra el conductor de protección (3) y el conductor neutro (2) contra el conductor de protección (3) para determinar una caída de tensión; y
- cerrar los contactos de conmutación del conductor de fase (1), del conductor neutro (2) y del conductor de protección (3) solo cuando el examen haya demostrado que el conductor de protección está presente/tiene baja impedancia y/o carece de tensión.

20

25

30

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que dicho procedimiento incluye agarrar una carcasa (29) del dispositivo de conmutación de protección DI de forma que se produzca la mayor superficie de contacto posible entre la mano o el guante de un usuario y el lado exterior (28) de la carcasa (29).

35

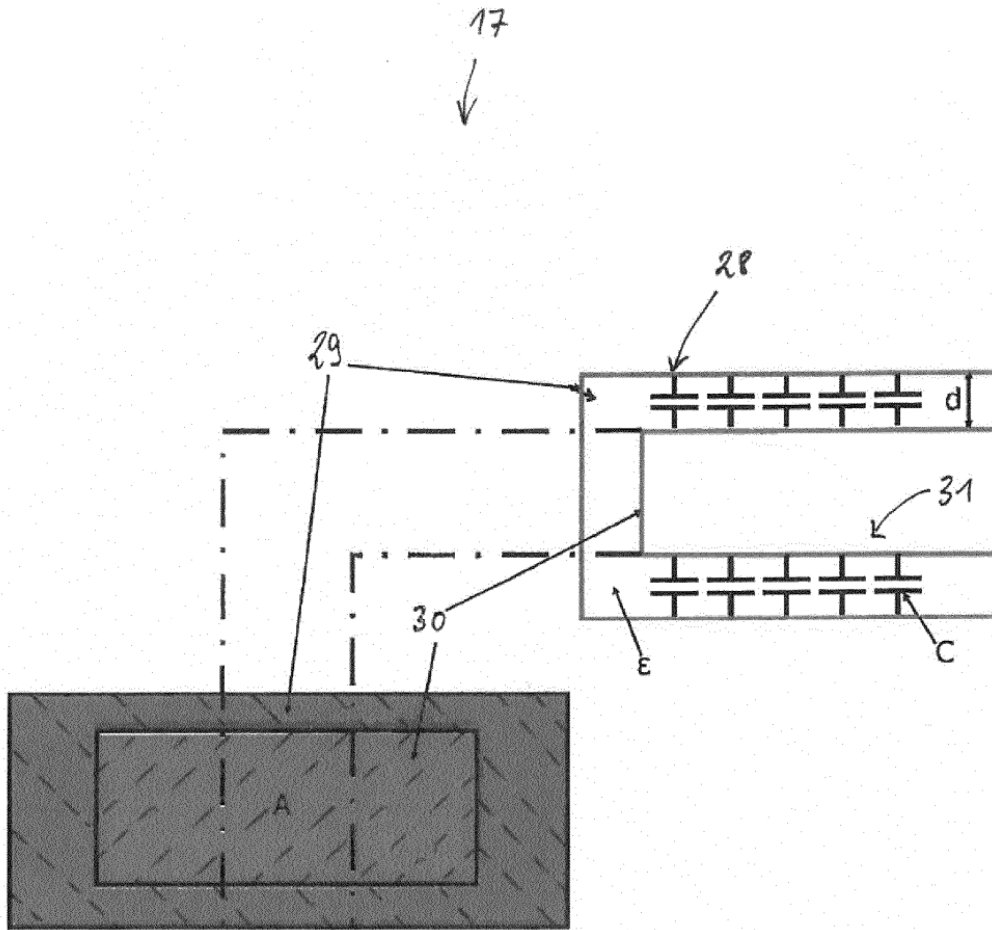


Fig. 1

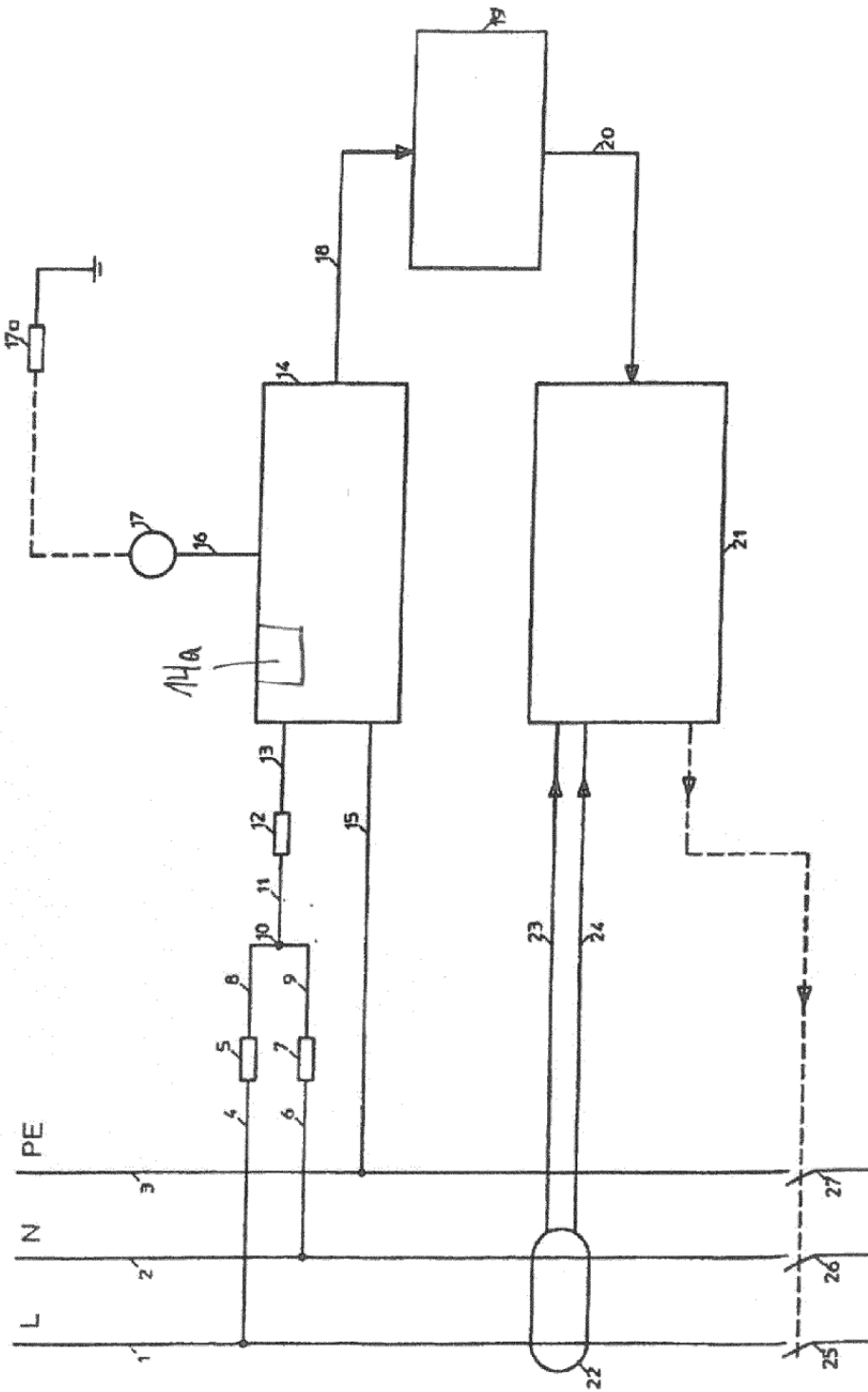


Fig. 2