

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 597**

51 Int. Cl.:

H02H 5/12 (2006.01)

G01R 19/15 (2006.01)

H02H 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.03.2021 PCT/EP2021/055966**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2021 WO21180750**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2021 E 21711831 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023 EP 4085501**

54 Título: **Dispositivo de seguridad para trabajos en instalaciones eléctricas**

30 Prioridad:

12.03.2020 AT 502102020

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

21.05.2024

73 Titular/es:

**ADAPTIVE REGELSYSTEME GESELLSCHAFT
MBH (100.0%)
Oberndorferstraße 35 / Eingang C
5020 Salzburg, AT**

72 Inventor/es:

**HOLZTRATTNER, DIETMAR y
ALTENBUCHNER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 969 597 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 seguridad para trabajos en instalaciones eléctricas

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de seguridad con al menos dos electrodos cutáneos, en el que se proporcionan un primer dispositivo de medición y una unidad de evaluación de la señal de medición, en el que el primer dispositivo de medición detecta una primera señal eléctrica de medición en un rango de frecuencia de medición entre los al menos dos electrodos cutáneos y la unidad de evaluación de la señal de medición determina una señal de evaluación a partir de la primera señal de medición detectada y activa el dispositivo de seguridad
10 cuando la señal de evaluación alcanza una sensibilidad de activación predeterminada del dispositivo de seguridad, y se proporciona una fuente de energía que alimenta una señal de alimentación eléctrica a través de los al menos dos electrodos cutáneos a una frecuencia de alimentación predeterminada no igual al intervalo de frecuencia de medición, en la que se proporcionan un segundo dispositivo de medición y una unidad de evaluación de resistencia y el segundo dispositivo de medición detecta una segunda señal de medición eléctrica a la frecuencia de alimentación
15 y la unidad de evaluación de resistencia determina una resistencia corporal que se produce entre los al menos dos electrodos cutáneos a partir de la segunda señal de medición detectada y la señal de alimentación. La invención también se refiere a un método para operar dicho dispositivo de seguridad.

20 Los electrodos cutáneos también se utilizan para otros fines, por ejemplo para determinar la bioimpedancia, como se conoce por el documento US 2005/0101875 A1. Se imprime una corriente corporal a través del electrodo y se analiza una señal de respuesta.

25 Es práctica común en las instalaciones eléctricas, especialmente en entornos industriales, prever una parada de emergencia de modo que si una persona toca un componente en tensión o energizado, el componente en el circuito de parada de emergencia se desenergiza por la parada de emergencia. Estos dispositivos de seguridad pueden utilizarse para aumentar la seguridad de las personas que trabajan en piezas energizadas o con tensión frente a descargas eléctricas debidas a un contacto involuntario, ya que otras personas presentes pueden activar la parada de emergencia en caso de avería. Por lo general, la persona implicada en el accidente no puede activar ella misma la parada de emergencia. Sin embargo, esto requiere que al menos otra persona se encuentre en las proximidades
30 del accidente eléctrico y también sea consciente del mismo, lo que no siempre es el caso.

Otros dispositivos de seguridad habituales en las instalaciones eléctricas son los disyuntores automáticos para desexcitar los circuitos en caso de corriente eléctrica no admisible y los disyuntores diferenciales, que están diseñados para responder a corrientes de defecto a tierra no admisibles. Sin embargo, si están presentes, sólo pueden proporcionar seguridad si responden realmente en caso de fallo. Debido a posibles corrientes de respuesta elevadas o tiempos de respuesta lentos, puede existir peligro para las personas que trabajan en el sistema a pesar de dichos dispositivos de seguridad.
35

40 Por ello, ya se conocen métodos y dispositivos para mejorar la protección de las personas frente a corrientes corporales eléctricas no admisibles. El documento DE 39 03 025 A1, por ejemplo, describe un método y un dispositivo de este tipo, en el que se dispone un electrodo en al menos dos extremidades de la persona, por ejemplo brazos o piernas, que están conectados a una unidad de control. A través de los electrodos, la unidad de control detecta una corriente corporal mediante el contacto con un potencial eléctrico externo. Si se detecta tal flujo de corriente, la unidad de control activa un dispositivo de corte que interrumpe el suministro de corriente al punto de
45 contacto. Los electrodos y la unidad de control pueden estar dispuestos en una prenda de vestir y la conexión entre la unidad de control y el dispositivo de desconexión puede ser inalámbrica. Los documentos DE 44 38 063 A1 y WO 2019/243388 A1 muestran un dispositivo de seguridad similar.

50 Tales dispositivos de seguridad pueden utilizarse para aumentar la seguridad de las personas que trabajan con piezas energizadas o con tensión frente a descargas eléctricas debidas a un contacto involuntario. Sin embargo, la seguridad está ligada, por supuesto, a la correcta función de dicha ropa de seguridad. Sin embargo, la ropa de trabajo está sometida a altos niveles de tensión cuando se lleva puesta y a menudo el usuario la manipula o la lleva puesta con poco cuidado. Esto puede ser especialmente problemático en el caso de los electrodos, que deben estar en contacto con la piel del usuario para garantizar su correcto funcionamiento. Esto supone que los electrodos se ajustan correctamente o, si están integrados en la prenda, que la prenda se ajusta correctamente. Sin embargo, unos electrodos mal ajustados perjudicarán al menos el funcionamiento de los dispositivos de seguridad, lo que puede pasar desapercibido para la persona que los lleva. Además, la resistencia de contacto entre el electrodo y la piel también puede variar, lo que también puede perjudicar la medición de la corriente corporal y la función protectora. En determinadas circunstancias, esto puede ser incluso más peligroso para el usuario que la ausencia
55 total de dispositivos de seguridad, si el usuario es muy descuidado al realizar el trabajo creyendo que la protección es segura.
60

65 El documento WO 2019/243379 A1 muestra un dispositivo de protección contra descargas eléctricas con mayor seguridad, en el que cada electrodo está conectado a una unidad de evaluación a través de dos líneas, de modo que la unidad de evaluación puede determinar las resistencias a través de los electrodos. Esto permite extraer

conclusiones sobre un estado no permitido del dispositivo de protección. Sin embargo, el contacto correcto de los electrodos no puede reconocerse de este modo.

Por lo tanto, ya se sabe por el documento DE 27 09 815 A1 que se debe medir la resistencia entre dos electrodos para el contacto con la piel de la persona que lleva el dispositivo de protección a determinados intervalos. Si la resistencia supera un valor determinado, por ejemplo, si uno de los electrodos pierde el contacto con la piel, o si la resistencia de contacto entre el electrodo y la piel aumenta demasiado, la tensión entre los electrodos aumenta y activa el dispositivo de seguridad, con lo que se desactiva el sistema eléctrico. La desventaja de este diseño es que el dispositivo de seguridad se activa inmediatamente si se pierde el contacto o si el contacto entre un electrodo y la piel se deteriora, aunque no haya peligro para el usuario del dispositivo de seguridad y, en particular, no se haya producido ningún accidente eléctrico. El contacto puede interrumpirse o deteriorarse, por ejemplo, si la resistencia de contacto cambia debido a determinadas circunstancias (por ejemplo, piel seca). En un diseño de un dispositivo de seguridad según el documento DE 27 09 815 A1, pueden producirse falsos disparos no deseados como los siguientes, que provocarían la activación del dispositivo de seguridad y, por tanto, una interrupción eléctrica en el sistema. Por otra parte, si, por ejemplo, la resistencia de contacto en un electrodo aumenta debido a un contacto deficiente, por ejemplo porque el electrodo resbala, y la persona se encuentra en un campo eléctrico (por ejemplo en la zona de una instalación de alta tensión), el campo eléctrico también puede generar un potencial de tensión más elevado en un electrodo que en el otro. La tensión resultante entre los electrodos también puede activar el dispositivo de seguridad, aunque no se haya producido ningún accidente eléctrico. Aunque esto garantiza naturalmente un alto nivel de seguridad para una persona, a menudo puede provocar falsos disparos no deseados e interrupciones eléctricas asociadas en el sistema eléctrico en el que la persona está trabajando. Sin embargo, estas interrupciones injustificadas debidas a falsos disparos son a menudo muy indeseables y deben evitarse.

Por lo tanto, es tarea de la presente invención proporcionar un dispositivo de seguridad para una persona contra descargas eléctricas causadas por el contacto involuntario con partes energizadas o vivas, en el que el disparo falso no deseado del dispositivo de seguridad se evite en la medida de lo posible.

Esta tarea se resuelve según las reivindicaciones independientes 1 y 4 en que el dispositivo de seguridad cambia la sensibilidad de disparo en función de la resistencia corporal detectada. Esto permite garantizar que el dispositivo de seguridad sólo se dispara cuando se detecta una corriente corporal no permitida cuando los electrodos cutáneos están correctamente aplicados y en contacto. De este modo, pueden evitarse en la medida de lo posible los falsos disparos debidos a electrodos cutáneos mal aplicados o conectados.

Otras formas de realización y efectos ventajosos de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción.

La presente invención se explica con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 1 a 5, que muestran formas de realización ventajosas ejemplares, esquemáticas y no limitativas de la invención. De este modo, en ellas, Fig. 1 muestra un dispositivo de seguridad utilizado para la invención, Fig. 2 muestra un dispositivo de seguridad con dos electrodos cutáneos en una prenda de vestir, Fig. 3 muestra una disposición para medir una resistencia corporal a través de los electrodos cutáneos, Fig. 4 muestra la determinación paralela de la resistencia corporal y la generación de una señal de emergencia y Fig. 5 muestra un dispositivo de seguridad sin prenda.

La presente invención utiliza un dispositivo de seguridad 1, cuya función básica es conocida en la técnica anterior, y que se explica más detalladamente con referencia a las Fig. 1 y 2 para una mejor comprensión. El dispositivo de seguridad 1 sirve para aumentar la seguridad de una persona 8 que trabaja en las proximidades de una instalación eléctrica 10, en particular en lo que se refiere a accidentes eléctricos de la persona 8 debidos a un contacto involuntario con una parte en tensión o energizada de la instalación eléctrica 10. El dispositivo de seguridad 1, o al menos partes del mismo, está preferentemente dispuesto o integrado en una prenda de vestir 2. En particular, puede utilizarse como prenda 2 una prenda exterior, como una camisa, un pantalón, un jersey, una camiseta, una chaqueta, un mono, etc. También son posibles combinaciones de varias partes como prenda 2, por ejemplo, una combinación de pantalón y camisa, etc. Al menos dos electrodos cutáneos 3 están dispuestos en la prenda 2 para detectar una corriente eléctrica corporal que fluye a través del cuerpo humano de la persona 8 que lleva la prenda. Un electrodo cutáneo 3 se utiliza, por ejemplo, para detectar un potencial eléctrico con el fin de detectar una corriente eléctrica o una tensión eléctrica entre dos electrodos cutáneos 3 que se encuentran a diferentes potenciales eléctricos. Los electrodos cutáneos 3 se disponen preferentemente en zonas expuestas de la prenda 2, por ejemplo en la zona de las extremidades de la persona 8, por ejemplo en mangas, perneras de pantalones o capuchas. El dispositivo de seguridad 1 también puede disponer de otros sensores, como un sensor biométrico 7 para detectar una señal biométrica, por ejemplo la frecuencia de los latidos del corazón de una persona, la amplitud o el curso de los latidos del corazón, la frecuencia respiratoria, la resistencia de la piel, etc. Analizando la señal biométrica, en particular los latidos del corazón (frecuencia, amplitud y/o progresión), también es posible extraer conclusiones sobre una corriente eléctrica corporal que fluye, o extraer conclusiones sobre el estado de salud de la persona 8 que lleva el dispositivo.

Los electrodos cutáneos 3, y posiblemente también otros sensores 7, están preferentemente integrados en la prenda 2, pero también pueden fijarse por separado de la prenda 2, por ejemplo mediante un brazalete, una muñequera o un cinturón.

5 Los al menos dos electrodos cutáneos 3 están conectados a una unidad de evaluación 6 a través de al menos una línea de señal 4. También puede conectarse otro sensor 7 (si existe) a la unidad de evaluación 6 a través de una línea de señal. Las señales de medición registradas por los electrodos cutáneos 3 y cualquier otro sensor se analizan en la unidad de evaluación 6. Por ejemplo, puede analizarse un potencial eléctrico detectado con un electrodo cutáneo 3 o una corriente eléctrica circulante detectada. Puede determinarse una tensión eléctrica aplicada entre dos potenciales eléctricos detectados, por ejemplo con dos electrodos cutáneos 3, y analizarse en la unidad de evaluación 6. La evaluación puede ser analógica con circuitos eléctricos adecuados o digital, lo que requiere una conversión A/D y el hardware y software correspondientes. La unidad de evaluación 6 puede activar el dispositivo de seguridad 1 si se detecta una corriente corporal peligrosa, por ejemplo en el caso de un latido cardíaco anormal, una corriente corporal peligrosa detectada o una diferencia de potencial (tensión) peligrosa entre dos electrodos cutáneos 3, que a su vez provoca una corriente eléctrica corporal a través del cuerpo. Cuando se activa, el dispositivo de seguridad 1 puede, por ejemplo, generar una señal de emergencia S, que puede utilizarse para desencadenar una acción deseada. La señal de emergencia S puede emitirse siempre por cable o de forma inalámbrica. Para ello, en la unidad de evaluación 6 también pueden almacenarse o especificarse, por supuesto, valores límite correspondientes para una corriente corporal admisible, por ejemplo para una diferencia de potencial eléctrico admisible o una corriente eléctrica admisible, que también pueden modificarse. Asimismo, los patrones de una señal biométrica que indican una corriente corporal peligrosa también pueden almacenarse en la unidad de evaluación 6. Sin embargo, el dispositivo de seguridad 1, por ejemplo a través de la unidad de evaluación 6, también puede indicar una corriente corporal peligrosa cuando se activa, por ejemplo de forma acústica, visual o palpable.

25 La unidad de evaluación 6 puede adoptar la forma de una unidad de cálculo basada en un microprocesador, posiblemente también con el software correspondiente, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o una matriz de puertas programables en campo (FPGA) o similar. No obstante, la unidad de evaluación 6 también puede diseñarse como circuito eléctrico analógico. También son concebibles formas mixtas. La unidad de evaluación 6 también puede dividirse en varias unidades de este tipo.

30 El dispositivo de seguridad 1 puede utilizarse en una instalación eléctrica 10, en cuya zona esté trabajando la persona 8, para realizar determinadas acciones configuradas cuando se dispara el dispositivo de seguridad 1, con el fin de aumentar la seguridad de la persona 8 contra descargas eléctricas. Puede utilizarse una simple indicación de corrientes corporales peligrosas, así como acciones de conmutación en la instalación eléctrica 10 con el fin de desenergizar la instalación eléctrica 10 o partes de la misma. Las operaciones de conmutación pueden desencadenarse, por ejemplo, mediante la señal de emergencia S emitida por el dispositivo de seguridad 1.

35 La desenergización del sistema eléctrico 10, o de una parte del mismo, puede realizarse de varias maneras. Por ejemplo, podría activarse un interruptor para desconectar un circuito de la red de suministro, en cuyo caso el interruptor también puede ser un interruptor de parada de emergencia existente del sistema eléctrico 10. También podría cortocircuitarse un circuito (por ejemplo, conectando una fase al conductor neutro) para activar un disyuntor automático con el fin de desconectar el circuito de la red. Del mismo modo, podría generarse una corriente de defecto a tierra suficientemente alta (por ejemplo, conectando una fase a tierra a través de una resistencia) para activar un interruptor diferencial. Sin embargo, también existen otras formas de desenergizar el sistema eléctrico 10 o partes del mismo.

40 De forma ventajosa, pueden preverse varios sensores en la prenda 2 para aumentar la seguridad de la detección de corrientes eléctricas corporales peligrosas. Por ejemplo, se pueden colocar al menos dos electrodos cutáneos 3 en las extremidades y, además, un sensor biométrico 7 para detectar los latidos del corazón, como se muestra en la Fig. 1.

45 La seguridad del dispositivo de seguridad 1 también puede aumentarse mediante redundancias. Por ejemplo, se puede prever más de una línea de señalización 4 por sensor o por electrodo cutáneo 3, lo que significa que las posibles roturas de cable o fallos de contacto no tienen por qué provocar el fallo de la función de seguridad o que incluso se puede reconocer y, en caso necesario, indicar una rotura de cable o un fallo de contacto.

50 La unidad de evaluación 6 es preferentemente sujeta o transportada por la persona 8 que lleva el dispositivo de seguridad 1. Por ejemplo, puede colocarse en una bandolera o en una mochila, pero también puede colocarse en un bolsillo de la prenda de vestir 2 o, ventajosamente, también puede integrarse, total o parcialmente, en la prenda de vestir 2, por ejemplo en forma de una prenda de vestir inteligente con electrónica integrada (como se indica en la Fig. 2).

55 El dispositivo de seguridad 1 según la invención tiene al menos dos electrodos cutáneos 3, que deben estar en contacto eléctricamente conductor con la piel de la persona 8 que lo lleva para funcionar correctamente. Cada uno de los dos electrodos cutáneos 3 está conectado a la unidad de evaluación 6 a través de al menos una línea de señal 4, de modo que pueda medirse una tensión eléctrica aplicada o una corriente eléctrica entre los dos electrodos

cutáneos 3 en la unidad de evaluación 6. Por supuesto, no importa dónde se encuentren los electrodos cutáneos 3, ya que la unidad de evaluación 6 puede medir la tensión eléctrica aplicada. Por supuesto, no importa dónde estén dispuestos los dos electrodos cutáneos 3 en el cuerpo humano, aunque las extremidades son particularmente adecuadas para una disposición, por ejemplo, en ambos brazos o en un brazo y una pierna. En particular, también pueden proporcionarse más de dos electrodos cutáneos 3.

Los electrodos cutáneos 3 están integrados preferentemente en una prenda de vestir 2 (por ejemplo, de nuevo en forma de prenda inteligente), pero también pueden aplicarse por separado, por ejemplo mediante un brazalete, una muñequera o un cinturón.

El cuerpo de la persona 8 cierra un circuito eléctrico 11 entre al menos dos electrodos cutáneos 3, como se indica con una línea de puntos en la Fig. 3. Para detectar una corriente eléctrica corporal peligrosa i_K que fluye entre los al menos dos electrodos cutáneos 3, la unidad de evaluación 6 dispone de una unidad de medición 14, que está conectada a los al menos dos electrodos cutáneos 3. La corriente eléctrica corporal i_K se origina en el cuerpo de la persona 8 y se transmite a través de la piel. La corriente eléctrica corporal i_K se origina, por ejemplo, al entrar en contacto con una parte activa o energizada del sistema eléctrico 10 (como se indica mediante una línea discontinua como fuente de tensión en la Fig. 3). La unidad de medición 14 se utiliza para detectar una primera señal de medición eléctrica $S_K(f_K)$ en un intervalo de frecuencia de medición predeterminado f_K . La señal de medición $S_K(f_K)$ se analiza en una

unidad de evaluación de la señal de medición 16 (hardware como un microprocesador, ASIC, FPGA o similar, o software) de la unidad de evaluación 6 para obtener una señal de evaluación S_A . No obstante, la unidad de medición 14 y la unidad de evaluación 6 también podrían diseñarse por separado. La unidad de medición 14 pondría entonces la señal de medición S_K a disposición de la unidad de evaluación 6 de una manera adecuada. La unidad de evaluación de la señal de medición 16 se implementa preferentemente como software en la unidad de evaluación 6.

El rango de frecuencia de medición f_K es preferentemente un rango de frecuencia en el que se esperan señales eléctricas en la instalación eléctrica 10. La gama de frecuencias de medición f_K comprende, por tanto, sensiblemente una frecuencia de red de la instalación eléctrica 10, por ejemplo 50 Hz o 60 Hz. Sin embargo, en determinados ámbitos de aplicación también se dan otras frecuencias, por ejemplo 16,7 Hz en una red eléctrica ferroviaria. Para que el dispositivo de seguridad 1 se pueda utilizar de forma flexible, se supervisa preferentemente toda la gama de frecuencias de medición f_K , por ejemplo frecuencias inferiores a 100 Hz, aunque también se puede incluir una frecuencia $f_K = 0$ Hz (es decir, valores constantes). Cabe señalar asimismo que la gama de frecuencias de medición f_K también puede incluir una única frecuencia seleccionada, por ejemplo una frecuencia de red de una red de suministro, por ejemplo 50 Hz. La gama de frecuencias de medición f_K puede establecerse mediante un filtrado adecuado de la primera señal de medición S_K .

La señal de evaluación S_A depende a su vez de la forma en que se analiza la señal de medición S_K . En principio, la señal de medición S_K puede procesarse en el dominio del tiempo o de la frecuencia, o en ambos. La evaluación también podría incluir el filtrado de la primera señal de medición S_K al rango de frecuencia de medición f_K especificado. En el dominio del tiempo, por ejemplo, podría determinarse el valor máximo de la señal de medición S_K en el intervalo de frecuencia de medición f_K en un período de tiempo específico (por ejemplo, un período de una variable alterna con una frecuencia específica) a fin de determinar el valor máximo como la señal de evaluación S_A . Sin embargo, también podría determinarse la energía eléctrica o la potencia de la señal de medición S_K . La señal de evaluación S_A sería entonces una energía o potencia eléctrica. Para una evaluación en la gama de frecuencias, la señal de medición S_K podría someterse a una transformación de Fourier (por ejemplo, FFT) y, a continuación, podrían analizarse las distintas frecuencias o bandas de frecuencias. Por ejemplo, podría determinarse de nuevo el valor máximo.

La unidad de evaluación 6 tiene asignada una sensibilidad de disparo predeterminada E_A para la señal de evaluación S_A , que determina cuándo se dispara el dispositivo de seguridad 1 en función de la señal de evaluación S_A , por ejemplo cuando la señal de evaluación S_A supera la sensibilidad de disparo E_A (también en el sentido de caer por debajo de ella). Por supuesto, la sensibilidad de disparo E_A está vinculada a la señal de evaluación S_A y a la forma en que se evalúa la señal de medición S_K . Si se dispara el dispositivo de seguridad 1, por ejemplo si se detecta una corriente eléctrica corporal no permitida i_K , se emite una señal de emergencia S y/o se genera y muestra a la persona una señal de advertencia (acústica, visual, palpable) y/o se dispara otra acción configurada, preferentemente en el sistema eléctrico 10.

En un ejemplo de realización, la señal de medida S_K es una tensión eléctrica a la frecuencia de la red (en el dominio del tiempo o de la frecuencia). La tensión máxima en un periodo de red (es decir, la amplitud de la variable alterna) se registra como la señal de evaluación S_A , que puede equipararse a una corriente de cuerpo fluyente i_K . Como sensibilidad de disparo E_A se especifica una tensión límite. Si la tensión máxima detectada supera la tensión límite, se dispara el dispositivo de seguridad 1. Alternativamente, también podría detectarse una corriente eléctrica a frecuencia de red y compararse con una corriente límite como sensibilidad de disparo E_A .

Para comprobar si los electrodos cutáneos 3 están en contacto adecuado con la piel, se mide la resistencia corporal R_K (también en el sentido de una impedancia corporal) de la persona 8 entre los dos electrodos cutáneos 3, tal como se explica con referencia a la Fig. 3. Aplicando una tensión eléctrica a los electrodos cutáneos 3 y midiendo el flujo de corriente, se puede determinar la resistencia corporal R_K a través del circuito 11. Naturalmente, también se puede aplicar una corriente eléctrica a través de los electrodos cutáneos 3 y medir la tensión eléctrica entre los dos electrodos cutáneos 3.

Para medir la resistencia corporal R_K entre los dos electrodos cutáneos 3 se utilizan preferentemente magnitudes eléctricas alternas. Sin embargo, también pueden utilizarse magnitudes directas (como una tensión continua y una corriente continua). En general, se utiliza una señal de alimentación eléctrica $S_E(f_M)$ (tensión eléctrica o corriente eléctrica) con una frecuencia de alimentación f_M para determinar la resistencia corporal R_K . Se utiliza un dispositivo de medición 13 para detectar una señal de medición $S_M(f_M)$ (corriente eléctrica o tensión eléctrica) a esta frecuencia de alimentación f_M y la resistencia corporal R_K (que también puede ser una impedancia) se determina a partir de la señal de alimentación $S_E(f_M)$ y la señal de medición $S_M(f_M)$, normalmente como cociente de las dos señales. La frecuencia de alimentación f_M es una frecuencia adecuada, que debe incluir magnitudes alternas con $f_M > 0\text{Hz}$, así como magnitudes constantes, es decir, $f_M = 0\text{Hz}$. En principio, también sería posible alimentar en una gama de frecuencias, es decir, varias frecuencias. La resistencia del cuerpo R_K podría entonces determinarse también a diferentes frecuencias, que podrían entonces también promediarse.

Por ejemplo, el dispositivo de seguridad 1 dispone de un dispositivo de medición de resistencia 15 con una fuente de energía eléctrica 12 (una fuente de tensión o una fuente de corriente, normalmente una fuente de corriente de tensión limitada) para alimentar una señal de alimentación eléctrica $S_E(f_M)$ con la frecuencia de alimentación f_M especificada, por ejemplo una tensión eléctrica y/o una corriente eléctrica, en el circuito resultante 11. Una unidad de medida 13 (una unidad de medida de corriente o una unidad de medida de tensión) del dispositivo de seguridad 1 se utiliza para detectar una señal de medida $S_M(f_M)$ a la frecuencia de alimentación f_M , por ejemplo una corriente eléctrica o una tensión eléctrica causada por la señal de alimentación $S_E(f_M)$. La fuente de energía 12 está conectada en paralelo a la unidad de medición 13, por ejemplo. La señal de alimentación $S_E(f_M)$ para determinar la resistencia corporal R_K puede alimentarse permanentemente o a intervalos determinados. La resistencia del cuerpo R_K (también denominada impedancia) puede determinarse entonces a la frecuencia de alimentación f_M en una unidad de evaluación de resistencia 17 a partir de la señal de alimentación $S_E(f_M)$ y la señal de medición $S_M(f_M)$, por ejemplo, simplemente a partir de la ley de Ohm (bajo el supuesto simplificado de una resistencia puramente óhmica).

El dispositivo de medición de la resistencia 1 está dispuesto preferentemente en paralelo con la unidad de evaluación 6, como en la Fig. 3, pero también podría estar conectado en serie con ella.

El dispositivo de medición de la resistencia 15, o partes del mismo como la unidad de evaluación de la resistencia 17, también puede estar integrado en la unidad de evaluación 6, por ejemplo como software o como un FPGA, ASIC, microprocesador, circuito eléctrico o similar independiente. Preferentemente, el dispositivo de medición de la resistencia 15 está integrado en la prenda 2 (por ejemplo, de nuevo en forma de prenda inteligente).

La señal de alimentación $S_E(f_M)$ (tensión o corriente) se alimenta a una determinada frecuencia de alimentación predeterminada f_M , que difiere de la gama de frecuencias de medición f_K del dispositivo de seguridad 1. Cuando se utiliza una frecuencia de alimentación f_M que no es igual al rango de frecuencia de medición f_K , la resistencia del cuerpo R_K puede determinarse simultáneamente con la función de supervisión del dispositivo de seguridad 1. Si, por ejemplo, se selecciona la gama de frecuencias por debajo de 100 Hz como gama de frecuencias de medición f_K , la frecuencia de alimentación f_M para medir la resistencia del cuerpo R_K podría estar en la gama de kHz, por ejemplo 1 kHz. Esto permite separar de forma fiable la función de supervisión y la medición de la resistencia.

Como señal de alimentación $S_E(f_M)$ se selecciona preferentemente una señal eléctrica muy pequeña, que sólo tiene que ser lo suficientemente grande como para permitir una detección selectiva de frecuencias fiable en la unidad de medición 13. Típicamente, una tensión eléctrica en el rango de unos pocos milivoltios o una corriente eléctrica en el rango de microamperios se alimenta como la señal de alimentación $S_E(f_M)$.

En una forma de realización preferida, una corriente eléctrica con la frecuencia de alimentación prevista f_M se introduce en el circuito 11 a través de los al menos dos electrodos cutáneos 3 desde la fuente de energía 12 como señal de alimentación $S_E(f_M)$ y la tensión eléctrica que se produce a través de la resistencia corporal R_K es medida por la unidad de medición 13 como señal de medición $S_M(f_M)$. Con ello se determina la resistencia del cuerpo R_K a esta frecuencia de alimentación f_M .

La unidad de medición 13 del dispositivo de medición de resistencia 15 y la unidad de medición 14 para controlar la corriente corporal i_K también podrían combinarse en una sola unidad de medición. En una unidad de medición común, podrían preverse filtros a tal efecto para separar la señal eléctrica detectada por la unidad de medición, por ejemplo una tensión eléctrica o una corriente eléctrica, de forma selectiva en frecuencia en la señal de medición $S_K(f_K)$ en la gama de frecuencias de medición f_K y la señal de medición $S_M(f_M)$ a la frecuencia de alimentación f_M .

Asimismo, la unidad de evaluación de la señal de medición 16 y la unidad de evaluación de la resistencia 17 podrían realizarse en una unidad común, por ejemplo, ambas como software en un microprocesador de la unidad de evaluación 6.

5 En el dispositivo de seguridad 1 puede definirse una resistencia límite R_G (también en el sentido de una impedancia límite), por encima de la cual puede suponerse un contacto inadecuado entre un electrodo cutáneo 3 y la piel del usuario 8. La resistencia límite R_G puede, por ejemplo, almacenarse en la unidad de evaluación 6 o en el dispositivo de medición de resistencia 15 y también podría ser modificable.

10 Si se detecta un contacto inadecuado entre los electrodos cutáneos 3 y la piel de la persona 8 mediante la determinación de la resistencia corporal R_K (por ejemplo, por comparación con una resistencia límite R_G), el dispositivo de seguridad 1 puede emitir una señal de advertencia W , por ejemplo una señal acústica, visual o palpable, con el fin de informar a la persona 8 que lo lleva puesto de que el dispositivo de seguridad 1 no funciona correctamente. Alternativa o adicionalmente, si se detecta una resistencia corporal R_K inadmisibles, también puede
15 generarse la señal de emergencia S y emitirse o llevarse a cabo otra acción configurada.

A partir de la función del dispositivo de seguridad 1 descrita anteriormente, es obvio que puede detectarse la falta de contacto o un contacto deficiente de un electrodo cutáneo 3 con la piel del usuario 8 a través de la resistencia corporal R_K determinada. El dispositivo de seguridad 1 puede indicar este estado de una manera adecuada, pero
20 por razones de seguridad no puede establecer la detección de una corriente corporal peligrosa i_K como resultado de un contacto involuntario de la persona 8 con un potencial externo en el sistema eléctrico 10. Podría ocurrir que un electrodo cutáneo 3 se deslizará sólo brevemente debido a un movimiento de la persona 8 y que la resistencia de contacto entre el electrodo cutáneo 3 y la piel aumentara como consecuencia de ello, lo que se notaría en un aumento de la resistencia corporal detectada R_K . Sin embargo, tales perturbaciones de corta duración del dispositivo
25 de seguridad 1 no deben conducir a la activación del dispositivo de seguridad 1 (generación de una señal de advertencia y/o señal de emergencia S y/u otra acción configurada), que puede irritar a la persona que lo lleva y/o conducir a la desenergización del sistema eléctrico 10, o de una parte del mismo. Sin embargo, en este estado de contacto inadecuado de un electrodo cutáneo 3, es posible que se produzca un disparo falso del dispositivo de seguridad 1.

30 Una persona 8 que lleva un dispositivo de seguridad 1 según la invención suele trabajar en la zona de una instalación eléctrica 10, a menudo también una instalación de media tensión o de alta tensión. En las proximidades de las instalaciones eléctricas 10 pueden producirse campos eléctricos que pueden generar potenciales eléctricos en las proximidades de la instalación eléctrica 10. Un electrodo cutáneo 3 sin contacto o con poco contacto con la
35 piel de una persona 8 en la zona de tales campos eléctricos detecta un potencial eléctrico generado por el campo eléctrico. Esto puede dar lugar a una diferencia de potencial entre los dos electrodos cutáneos 3 y, posteriormente, a la detección de una señal de medición S_K , por ejemplo, una tensión eléctrica, por parte de la unidad de medición 14. Los potenciales eléctricos en tales campos eléctricos pueden llegar a ser lo suficientemente elevados como para que la unidad de evaluación 6 concluya que existe una corriente corporal peligrosa i_K y active el dispositivo de seguridad
40 1. Sin embargo, se trata de un falso disparo no deseado, ya que no existe ninguna situación peligrosa. Este problema también puede producirse si ambos electrodos cutáneos 3 no hacen contacto con la piel o sólo hacen un contacto deficiente. Se sabe que el campo eléctrico disminuye con la distancia, de modo que los dos electrodos cutáneos 3 pueden tener potenciales eléctricos suficientemente grandes y diferentes causados por el campo eléctrico para disparar el dispositivo de seguridad 1. Este problema no se produce con los electrodos cutáneos 3
45 correctamente contactados, ya que todo el cuerpo 8 se encuentra entonces en el campo eléctrico y el cuerpo 8 está esencialmente al mismo potencial eléctrico.

Para evitar estos falsos disparos, está previsto que la sensibilidad de disparo E_A del dispositivo de seguridad 1 se modifique en función de la resistencia corporal detectada R_K .

50 Si la resistencia corporal R_K aumenta, por ejemplo porque el contacto entre el electrodo cutáneo 3 y la piel se deteriora o porque el contacto se pierde por completo, la sensibilidad de disparo E_A se reduce, por ejemplo, para que los campos eléctricos que puedan producirse en las proximidades de la persona 8 no puedan provocar un falso disparo del dispositivo de seguridad 1 y, por consiguiente, una falsa desconexión del sistema eléctrico 10 o de una
55 parte del mismo.

Como se ha descrito anteriormente, la persona 8 que lleva el dispositivo de seguridad 1 puede recibir una señal de contacto deficiente.

60 Sin embargo, en este estado, es posible que el dispositivo de seguridad 1 ya no pueda mantener la función de control de las corrientes corporales peligrosas i_K . Por lo tanto, puede ser responsabilidad de la persona 8 reaccionar ante la advertencia en caso de contacto deficiente y comprobar los electrodos cutáneos 3.

65 En el dispositivo de seguridad 1, la determinación de la resistencia corporal R_K y la supervisión de las corrientes corporales peligrosas i_K se realizan simultáneamente, como se explica en la figura 4. Como ya se ha mencionado con anterioridad, para este fin se puede disponer de una unidad de evaluación común 6, o también de unidades de

hardware separadas, por ejemplo, una unidad de evaluación 6 y un dispositivo de medición de resistencia separado 15.

Una resistencia corporal R_K de la persona 8 que lleva el dispositivo de seguridad 1 se determina alimentando una señal eléctrica de alimentación $S_E(f_M)$ a una frecuencia de alimentación f_M a través de los electrodos cutáneos 3, por ejemplo una corriente eléctrica (o también una tensión eléctrica), y detectando una señal eléctrica de medición $S_M(f_M)$ a esta frecuencia f_M , por ejemplo una tensión eléctrica o una corriente eléctrica. La energía puede ser suministrada por una fuente de energía 12 (Fig. 3) y la señal de medición S_M puede ser detectada por una unidad de medición 13 (Fig. 3). La resistencia corporal R_K se registra de forma continua (por ejemplo, mediante un circuito analógico o en pasos de muestreo discretos) o periódica en determinados momentos predeterminados. Paralelamente, se registra otra señal de medición eléctrica $S_K(f_K)$ entre los electrodos cutáneos 3 en el rango de frecuencia de medición especificado f_K , por ejemplo, una tensión eléctrica o una corriente eléctrica. La detección se lleva a cabo mediante una unidad de medición 14. La unidad de medición para detectar las señales de medición S_M , S_K en las diferentes frecuencias f_K , f_M puede ser la misma, o también pueden proporcionarse unidades de medición separadas. A partir de la señal de medición $S_K(f_K)$ se determina una señal de evaluación S_A en la gama de frecuencias de medición f_K . Si la señal de evaluación S_A alcanza la sensibilidad de disparo E_A especificada del dispositivo de seguridad 1, el dispositivo de seguridad 1 se dispara, por ejemplo, se genera una señal de advertencia W y/o una señal de emergencia S y se emite y/o se lleva a cabo otra acción de seguridad configurada. Durante el funcionamiento del dispositivo de seguridad 1, la sensibilidad de disparo E_A se modifica en función de la resistencia corporal R_K detectada. Si, por ejemplo, aumenta la resistencia corporal R_K , aumenta la sensibilidad de disparo E_A y viceversa.

La dependencia de la sensibilidad de disparo E_A de la resistencia corporal R_K puede almacenarse en el dispositivo de seguridad 1, por ejemplo en una memoria de la unidad de evaluación 6 o de la unidad de evaluación de señales de medición 16, por ejemplo en forma de una tabla, una función, un modelo matemático, etc. Esta dependencia puede, por ejemplo, determinarse empíricamente o calcularse o simularse utilizando relaciones físicas, pero se supone que es conocida.

Por ejemplo, la sensibilidad de disparo E_A podría dividirse en dos rangos. Si la resistencia del cuerpo R_K es inferior a $1\text{ M}\Omega$, la sensibilidad de disparo E_A podría ajustarse a 2 voltios (con una tensión eléctrica como señal de evaluación S_A). Si se detecta una señal de evaluación S_A de más de 2 voltios entre los electrodos cutáneos 3, se dispararía entonces el dispositivo de seguridad 1, emitiéndose, por ejemplo, una señal de emergencia S . Si la señal de evaluación S_A permanece por debajo de la sensibilidad de disparo E_A de 2 voltios, el dispositivo de seguridad 1 no se dispara. Si se detecta una resistencia del cuerpo R_K superior a $1\text{ M}\Omega$, la sensibilidad de disparo S_A se ajusta a infinito, por ejemplo. Esto significa que el dispositivo de seguridad 1 nunca se dispararía independientemente de la señal de evaluación S_A . Independientemente de esto, sin embargo, podría emitirse una señal de advertencia W después de un periodo de tiempo predeterminado, por ejemplo después de unos minutos, para informar a la persona 8 de que ya no se dispone de protección.

Por supuesto, también son concebibles características multietapa o progresivas en las que la sensibilidad de disparo E_A se ajusta gradualmente en función de la resistencia corporal R_K .

De este modo, pueden reducirse al menos los falsos disparos del dispositivo de seguridad 1 debidos a un contacto deficiente o inexistente entre los electrodos cutáneos 3 y la piel.

En la Fig. 5 se muestra una posible implementación del dispositivo de seguridad 1 sin prenda 2. Una persona 8 lleva al menos dos electrodos cutáneos 3, que están conectados a una unidad de evaluación 6 mediante líneas de señalización 4. En la unidad de evaluación 6 hay una fuente de energía 12 para alimentar una señal de alimentación $S_E(f_M)$ a una frecuencia de alimentación f_M especificada a través de los electrodos cutáneos 3. La unidad de medición 13 detecta una primera señal de medición $S_K(f_K)$ en un rango de frecuencia de medición predeterminado f_K y una segunda señal de medición $S_M(f_M)$ a la frecuencia de alimentación f_M no igual al rango de frecuencia de medición f_K . La primera señal de medición S_K se analiza en una unidad de evaluación de señales de medición 16 y se determina una señal de evaluación S_A , que se utiliza para deducir una corriente corporal no admisible i_K cuando se alcanza una sensibilidad de disparo predeterminada E_A . La segunda señal de medición S_M y la señal de alimentación S_E se utilizan para determinar la resistencia corporal R_K , por ejemplo en una unidad de evaluación de resistencia 17, y la sensibilidad de disparo E_A se especifica en función de la resistencia corporal R_K determinada. En este ejemplo de realización, la unidad de evaluación de la resistencia 17 y la unidad de evaluación de la señal de medición 16 están ambas integradas en una unidad, por ejemplo como software en una unidad informática adecuada basada en microprocesador.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de seguridad con al menos dos electrodos cutáneos (3), en el que se prevén un primer dispositivo de medición (14) y una unidad de evaluación de señales de medición (16), en donde el primer dispositivo de medición (14) detecta una primera señal eléctrica de medición ($S_K(f_K)$) en un intervalo de frecuencias de medición (f_K) entre los al menos dos electrodos cutáneos (3) y la unidad de evaluación de señales de medición (16) determina una señal de evaluación (S_A) a partir de la primera señal de medición detectada ($S_K(f_K)$) y activa el dispositivo de seguridad (1), cuando la señal de evaluación (S_A) alcanza una sensibilidad de activación (E_A) predeterminada del dispositivo de seguridad (1), y se prevé una fuente de energía eléctrica (12) que alimenta una señal eléctrica de alimentación ($S_E(f_M)$) con una frecuencia de alimentación predeterminada (f_M) no igual a la gama de frecuencias de medición (f_K) a través de los al menos dos electrodos cutáneos (3), en donde se prevén un segundo dispositivo de medición (13) y una unidad de evaluación de la resistencia (17) y el segundo dispositivo de medición (13) detecta una segunda señal de medición eléctrica ($S_M(f_M)$) a la frecuencia de alimentación (f_M) y la unidad de evaluación de la resistencia (17) determina una resistencia corporal (R_K) que se produce entre los al menos dos electrodos cutáneos (3) a partir de la segunda señal de medición detectada ($S_M(f_M)$) y la señal de alimentación ($S_E(f_M)$), caracterizado porque el dispositivo de seguridad (1) modifica la sensibilidad de disparo (E_A) en función de la resistencia corporal (R_K) determinada.
2. Dispositivo de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de seguridad (1) emite una señal de advertencia acústica, visual y/o palpable (W) si la resistencia corporal determinada (R_K) supera una resistencia límite predeterminada (R_G) y/o si el dispositivo de seguridad (1) detecta una corriente corporal peligrosa (i_K) que fluye por encima de la resistencia corporal (R_K).
3. Dispositivo de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de seguridad (1) emite una señal de emergencia (S) cuando el dispositivo de seguridad (1) detecta una corriente corporal peligrosa (i_K) que fluye a través de la resistencia corporal (R_K).
4. Procedimiento para hacer funcionar un dispositivo de seguridad (1) con al menos dos electrodos cutáneos (3), en donde se detecta una primera señal de medición eléctrica ($S_K(f_K)$) en un intervalo de frecuencias de medición (f_K) entre los al menos dos electrodos cutáneos (3) y se determina una señal de evaluación (S_A) a partir de la primera señal de medición detectada ($S_K(f_K)$) y se dispara el dispositivo de seguridad (1) cuando se alcanza una sensibilidad de disparo predeterminada (E_A) del dispositivo de seguridad (1) con la señal de evaluación (S_A), y en donde una señal eléctrica de alimentación ($S_E(f_M)$) con una frecuencia de alimentación predeterminada (f_M) no igual a la gama de frecuencias de medición (f_K) se alimenta a través de los al menos dos electrodos cutáneos (3) y una segunda señal eléctrica de medición ($S_M(f_M)$) se detecta a esta frecuencia de alimentación (f_M) y una resistencia corporal (R_K) que se produce entre los al menos dos electrodos cutáneos (3) se determina a partir de la segunda señal de medición detectada ($S_M(f_M)$) y de la señal de alimentación ($S_E(f_M)$), caracterizado porque la sensibilidad de disparo (E_A) del dispositivo de seguridad (1) se modifica en función de la resistencia corporal (R_K) determinada.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque se emite una señal de advertencia acústica, visual y/o palpable (W) si la resistencia corporal determinada (R_K) supera una resistencia límite predeterminada (R_G) y/o si se detecta una corriente corporal peligrosa (i_K) que fluye por encima de la resistencia corporal (R_K).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el dispositivo de seguridad (1) emite una señal de emergencia (S) si el dispositivo de seguridad (1) detecta una corriente corporal peligrosa (i_K) que fluye por encima de la resistencia corporal (R_K).

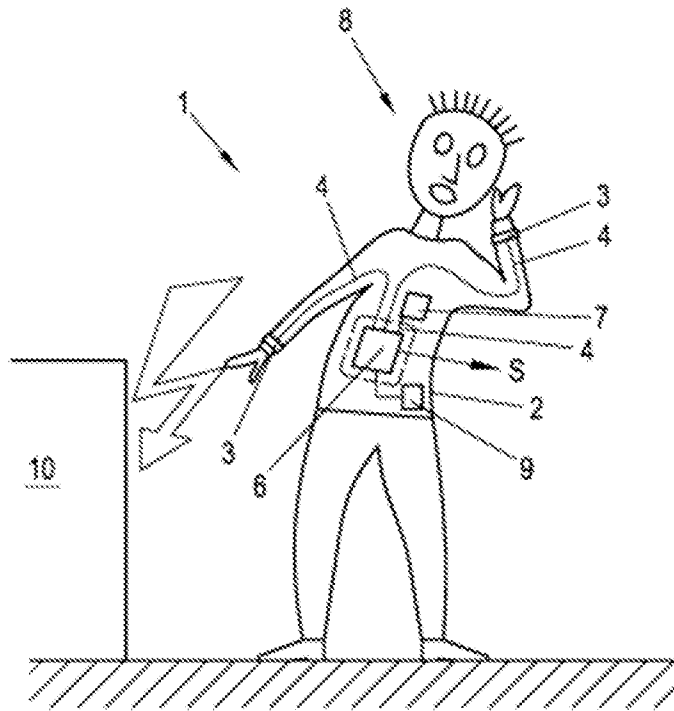


Fig. 1

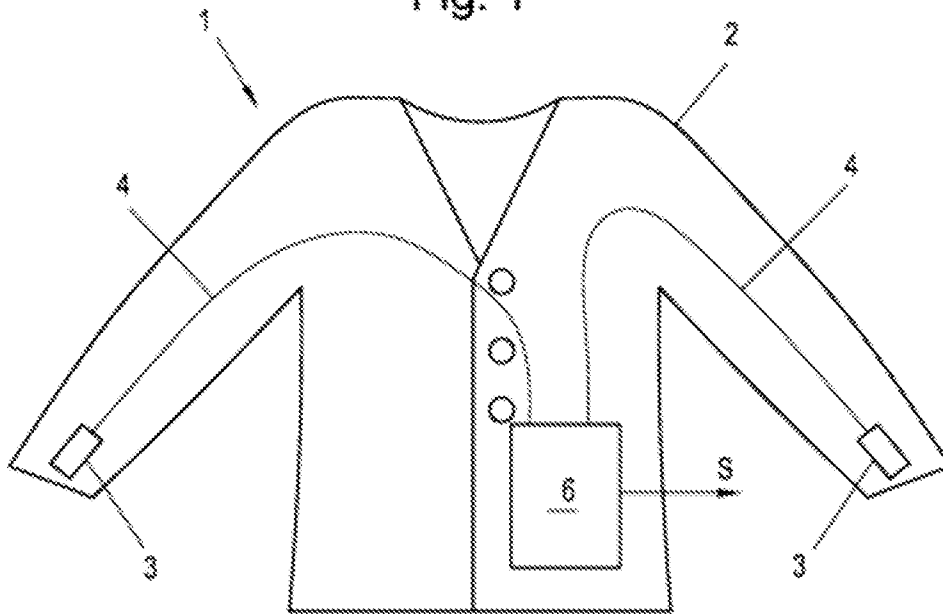


Fig. 2

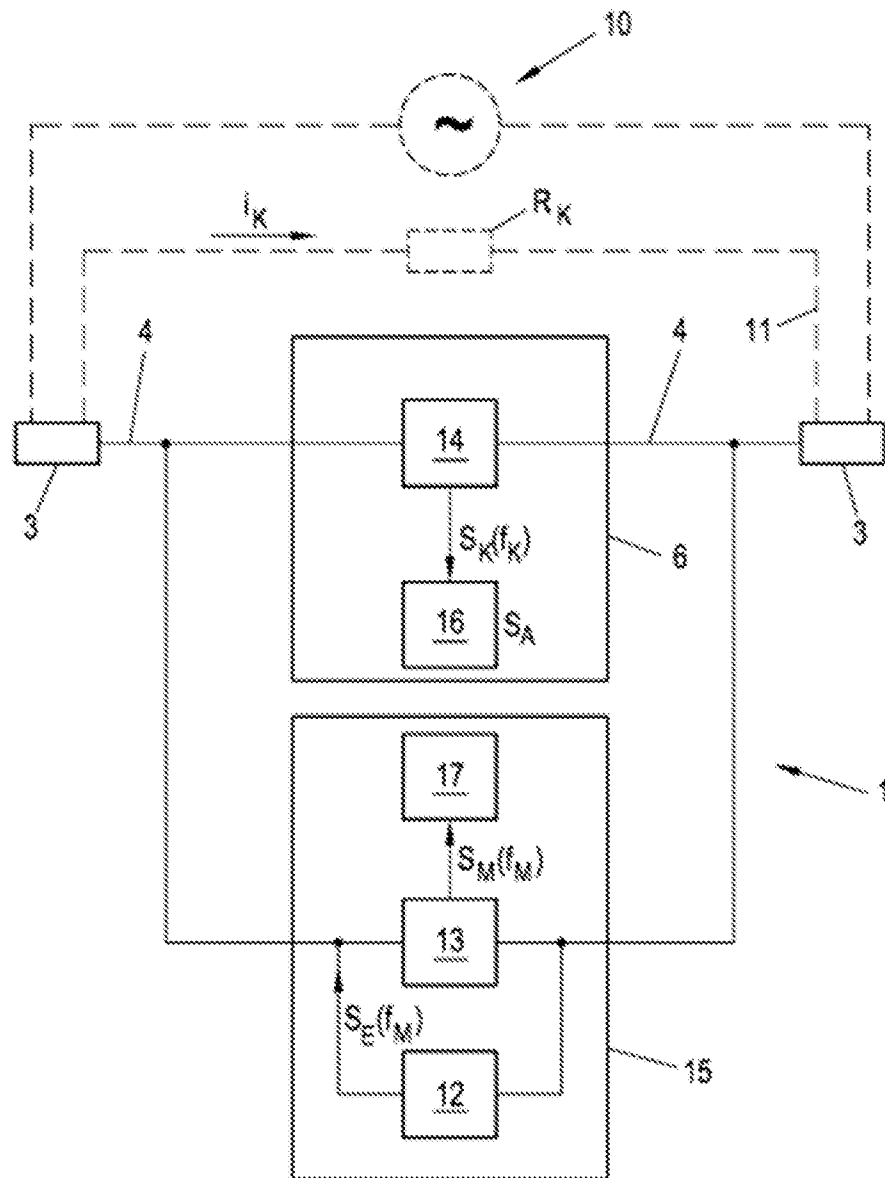


Fig. 3

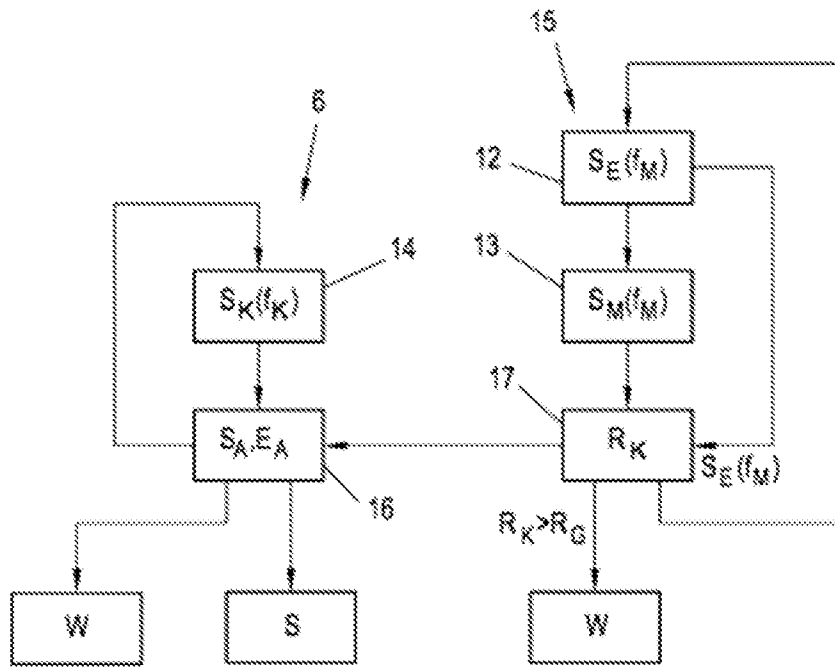


Fig. 4

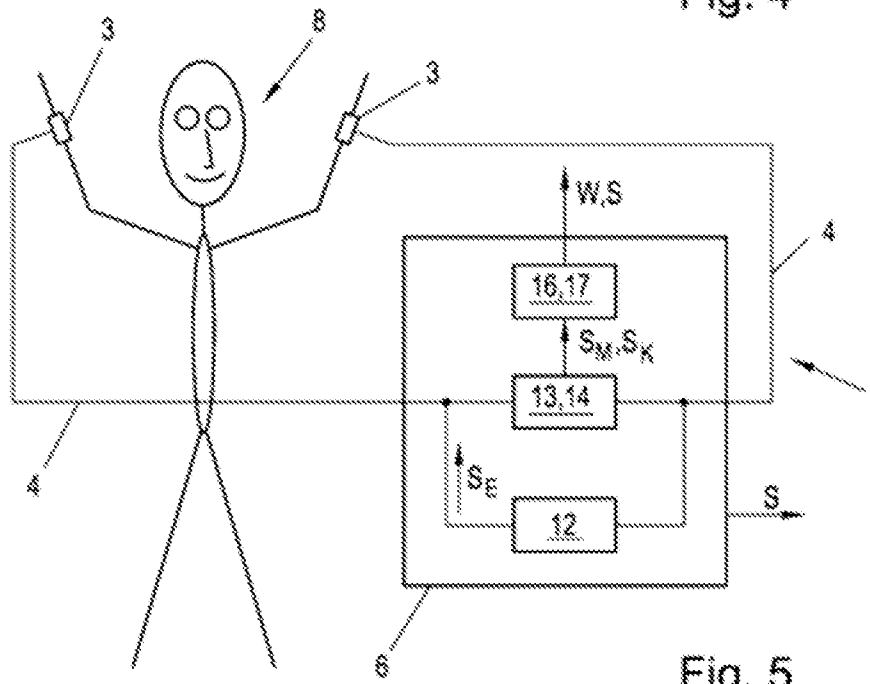


Fig. 5