

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 542**

51 Int. Cl.:

H02H 3/33 (2006.01)
G01R 19/10 (2006.01)
G01R 15/18 (2006.01)
H01F 27/42 (2006.01)
H02H 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2014 E 14152581 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2765665**

54 Título: **Dispositivo para la detección de corrientes eléctricas diferenciales, en particular de corrientes mixtas de corriente continua lisa y corrientes alternas**

30 Prioridad:

09.02.2013 DE 102013002376

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

13.10.2017

73 Titular/es:

**DOEPKE SCHALTGERÄTE GMBH (100.0%)
Stellmacherstrasse 11
26506 Norden, DE**

72 Inventor/es:

**GRÜNEBAST, GÜNTER;
ROOLFS, GEROLD;
BANDY, STEFAN y
SCHMIDT, ROBERT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 637 542 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 para la detección de corrientes eléctricas diferenciales, en particular de corrientes mixtas de corriente continua lisa y corrientes alternas

5 La invención se refiere a un dispositivo para la detección de corrientes eléctricas diferenciales, en particular de corrientes mixtas de corriente continua lisa y corrientes alternas, que comprende al menos dos conductores para corrientes de carga a supervisar y que comprende un circuito oscilante configurado como generador rectangular, que presenta un convertidor de corriente y al menos dos arrollamientos secundarios, en el que los conductores están guiados a través del convertidor de corriente.

15 Los dispositivos de protección de corriente diferencial se emplean, por ejemplo, para la protección de personas y para la protección de instalaciones eléctricas, detectando la suma vectorial de las corrientes que afluyen a la instalación, la corriente diferencial y, en el caso de que ésta exceda un valor límite, provocan una separación de la instalación de la red de suministro. En el caso de empleo de convertidores de corriente, alternadores-PV así como durante la carga de vehículos eléctricos, pueden aparecer en instalaciones eléctricas tanto en el caso de fallo como también condicionados por el funcionamiento a través de la salida a tierra unas corrientes diferenciales en la gama de frecuencias desde 0 Hz (corriente continua errónea lisa) hasta varios kHz, que sólo pueden ser detectadas por dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a todas las corrientes. Los dispositivos para la detección de corrientes diferenciales con un espectro de frecuencia de 0 Hz hasta varios kHz se conocen como dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a todas las corrientes a partir del estado de la técnica.

25 Los dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a todas las corrientes del tipo B o del tipo B+ son adecuados para la realización de medidas de protección para la protección contra descarga eléctrica y para la protección adicional. Presentan corrientes diferenciales de diseño de ≥ 30 mA. En virtud de las normas pertinentes del producto, un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a todas las corrientes con una corriente de error de diseño de 30 mA no debe dispararse cuando aparece una corriente continua de error lisa por debajo de la mitad de la mitad de la corriente de error de diseño, sino como máximo con el doble del valor de la corriente de error de diseño – es decir, 60 mA -.

30 Los dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a corrientes pulsátiles del tipo A se emplean normalmente en instalaciones domésticas y aplicaciones similares y, por lo tanto, están muy extendidos. Frente a un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a todas las corrientes, aquéllos detectan sólo corrientes alternas erróneas y corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red (por ejemplo, 50 ó 60 Hz). En virtud de las normas competentes del producto, sin embargo, los dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a corriente pulsátil, independientemente de la corriente de error de diseño son impulsados con una corriente continua errónea lisa de sólo máximo 6 mA. Existe el peligro de que el convertidor de corriente de sumas de los dispositivos de protección de corriente diferencial del tipo A se pre-magnetice de manera inadmisibles en virtud de una corriente continua errónea lisa > 6 mA, con lo que no se garantiza ya una función perfecta. De esta manera, en una instalación eléctrica de un dispositivo de protección de corriente diferencial sensibles a corriente pulsátil del tipo A, no se puede conecta a continuación un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a todas las corrientes del tipo B o del tipo B+. Por lo tanto, si ahora se conectase a continuación de manera inadmisibles un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a todas las corrientes, entonces se pre-cargaría el dispositivos de protección de corriente diferencial sensible a corriente pulsátil de manera muy desfavorable con 60 mA, es decir, con 10 veces el valor admisible.

50 Sin embargo, esto es desfavorable por que los dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a todas las corrientes del tipo B o del tipo B+ se emplean a menudo en unidades móviles equipadas con dispositivos de enchufe, por ejemplo en distribuidores de corriente de obra o en instalaciones de carga para vehículos eléctricos. Estas unidades pueden ser asistidas también inexpertos en técnica eléctrica y pueden ser conectados en un punto de transferencia (caja de enchufe) adecuada discrecional, desconociendo un dispositivo de protección instalado fijo presente posiblemente para este punto de transferencia. De un inexperto en técnica eléctrica no se puede esperar que conozca las instalaciones de protección posiblemente instaladas. Cuando ahora este punto de transferencia está protegido con un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a corriente pulsátil del tipo A, existe en caso de fallo el peligro de que este dispositivo de protección sea impulsado con una corriente continua errónea lisa > 6 mA y no se detecten ya perfectamente posiblemente otros fallos en otros circuitos de corriente protegidos por este mismo dispositivo de protección.

60 Por lo tanto, sería ventajoso que un dispositivo de protección de corriente diferencial pudiera detectar también corrientes continuas erróneas lisas de ≤ 6 mA, para que se realice una desconexión en el caso de que aparezca una corriente continua errónea lisa de máximo 6 mA. De esta manera, este dispositivo de protección de corriente diferencial se puede conectar de manera ventajosa sin problemas a continuación de un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a corriente pulsátil, por que un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a corriente pulsátil tampoco en el caso más desfavorable se pre-carga de manera inadmisibles con una corriente continua errónea lisa de > 6 mA. Una unidad eléctrica (por ejemplo, un distribuidor de corriente de obra o una instalación de carga para un vehículo eléctrico), que está equipada con el dispositivo de protección de corriente

diferencial propuesto aquí, puede ser atendida también por un inexperto en técnica eléctrica y se puede conectar en un punto de transferencia discrecional (caja de enchufe), también cuando se desconoce otra instalación de protección posiblemente preconectada. Es especialmente ventajoso que el dispositivo de protección de corriente diferencial propuesto sea sensible a todas las corrientes, por que éste, en general, permite una detección de banda ancha de corrientes diferenciales y de esta manera ofrece el máximo alcance de protección.

También sería posible sin problemas un circuito de conexión inverso de los dispositivos de protección de corriente diferencial indicados anteriormente. Es decir, que a continuación de un dispositivo de protección de corriente diferencial, que puede detectar también de manera admisible corrientes continuas erróneas lisas $\leq 6\text{mA}$, se podría conectar también eléctricamente un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a corriente pulsátil del tipo A.

En muchos países europeos se emplean en instalaciones domésticas y en aplicaciones similares, en lugar de un dispositivo de protección de corriente diferencial del tipo A, un dispositivo del tipo AC. Los dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a corriente alterna del tipo AC detectan solamente corrientes alternas erróneas de la frecuencia de la red (por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz) y se pueden perjudicar en una medida considerable en su función a través de corrientes continuas erróneas lisas, pero también a través de corrientes diferenciales altas con porciones de frecuencia elevada o incluso se podrían destruir. Por lo tanto, sería ventajoso que el dispositivo de protección de corriente diferencial propuesto no sólo pueda detectar de manera fiable no sólo corrientes continuas erróneas lisas $\leq 6\text{ mA}$, sino que presente una detección de banda ancha, para conseguir un disparo seguro también en el caso de corrientes diferenciales de frecuencia elevada, para que este dispositivo de protección de corriente diferencial se pueda conectar también detrás o delante de un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a corriente alterna del tipo AC.

Además, también están disponibles en el mercado dispositivos de protección de corriente diferencial del tipo F. Éstos, en oposición a los dispositivos de protección de corriente diferencial del tipo A, son impulsados con una corriente continua errónea lisa de máximo 10 mA.

En algunos casos de aplicación puede ser suficiente que el dispositivo de acuerdo con la invención esté configurado de tal forma que sólo sean detectadas corrientes alternas erróneas y corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red así como corrientes continuas erróneas lisas y que se realice un disparo en el caso de corrientes continuas erróneas lisas $\leq 6\text{ mA}$. Por ejemplo, durante la carga de vehículos eléctricos en el caso de fallo no son previsible porciones de frecuencia entre 0 Hz y la frecuencia de la red (normalmente 50 Hz o 60 Hz). Por lo tanto, aquí se puede prescindir, dado el caso, para el ahorro de costes, de una detección de banda ancha.

Como ya se ha mencionado más arriba, se conocen a partir del estado de la técnica unos dispositivos de protección de corriente errónea sensibles a todas las corrientes, es decir, dispositivos de protección de corriente errónea, que pueden detectar tanto corrientes continuas erróneas lisas como también corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red y también corrientes alternas erróneas con diferentes frecuencias. No es posible físicamente una detección sencilla independiente de la tensión de corrientes continuas erróneas lisas de acuerdo con el principio de inducción conocido. Por lo tanto, para la detección de corrientes continuas erróneas lisas se utiliza normalmente el principio de la inductividad controlada, que depende de la tensión.

Se conoce a partir del estado de la técnica según el documento EP 1 267 467 un dispositivo para la detección de banda ancha y libre de distorsión así como de señal verdadera de corrientes eléctricas diferenciales, en particular de corrientes mixtas de corriente continua lisa y de corrientes alternas, siendo guiados los conductores a supervisar a través de dos convertidores de corriente magnética y estando conectado el segundo convertidor de corriente con el primer convertidor de corriente y estando dispuesto sobre el recorrido de la línea entre los convertidores de corriente un miembro de acoplamiento que provoca un giro de las fases de la corriente conducida sobre el recorrido de la línea aproximadamente 180 grados, que está configurado como paso alto. Este dispositivo permite la formación de un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a todas las corrientes del tipo B o B+.

El dispositivo de acuerdo con el documento EP 1 267 467 así como otros dispositivos conocidos del mismo tipo no son adecuados, sin embargo, para la detección fiable de corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas, por ejemplo $\leq 6\text{ mA}$. En el dispositivo de acuerdo con el documento EP 1 267 467 para la detección de corrientes continuas erróneas lisas está previsto que el circuito y un arrollamiento secundario de un primer convertidor de corriente sean componentes de un circuito oscilante configurado como generador rectangular. Este tipo de circuito, que funciona de acuerdo con el principio de la inductividad controlada, se conoce en el estado de la técnica. Además, se conoce que en virtud de la construcción con un solo arrollamiento secundario del primer convertidor de corriente, también sin la presencia de corriente errónea, son previsible, en general, corrientes de desviación-DC $> 6\text{ mA}$, condicionadas por tolerancias no deseadas de los componentes, en particular del circuito oscilante sobre una zona amplia de temperatura, de manera que no es posible, por lo tanto, una detección de corrientes continuas erróneas lisas $\leq 6\text{ mA}$ de una manera fiable. Además, hasta ahora no están previstos por norma dispositivos de protección de corriente diferencial sensibles a todas las corrientes con corrientes erróneas de diseño $< 30\text{ mA}$, de manera que tales circuitos del tipo mencionado anteriormente no son necesarios hasta ahora para la detección de

corrientes continuas erróneas muy lisas.

Se conoce a partir del documento JP 2012 002723 A un dispositivo del tipo indicado al principio para la detección con convertidor de corriente. En el documento EP 0 005 694 A2 se proponen, en cambio, multi-vibradores, además de arrollamientos secundarios configurados en serie sobre una resistencia.

Por lo tanto, la invención tiene el problema de indicar un dispositivo del tipo indicado al principio, que se puede conectar eléctricamente detrás o delante de un dispositivo de protección de corriente diferencial opcional, impidiendo una impulsión inadmisiblemente alta con corrientes continuas erróneas lisas, de manera que no se perjudica un dispositivo de protección de corriente diferencial opcional en su función correcta en virtud de corrientes continuas erróneas lisas inadmisiblemente altas.

Este problema se soluciona de acuerdo con la invención por que los arrollamientos secundarios del convertidor de corriente están conectados eléctricamente en serie con al menos una resistencia óhmica, por que el circuito oscilante presenta dos amplificadores de operación, que están conectados, respectivamente, con un arrollamiento secundario y por que las salidas de los amplificadores de operación están conectadas con las entradas de un circuito amplificador diferencial.

En el dispositivo de acuerdo con la invención está previsto que para la detección de corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas, el primer convertidor de corriente presente al menos dos arrollamientos secundarios y en el que el convertidor de corriente con dos arrollamientos secundarios así como dos amplificadores de operación son componentes de un circuito oscilante configurado como generador rectangular. A diferencia de circuito oscilante del documento EP 1 267 467, el circuito oscilante previsto aquí, realizado de acuerdo con la invención como circuito puente, presenta propiedades parasitarias no deseadas considerablemente más reducidas, como por ejemplo una desviación-DC condicionada por el componente y dependiente de la temperatura. En el circuito oscilante conocido a partir del documento EP 1 267 467, la tensión de salida positiva y negativa del amplificador de operación no se modifican de la misma manera en función de la temperatura, de modo que se ajusta una desviación-DC no deseada en función de la temperatura, que es interpretada por un circuito de evaluación siguiente de manera errónea como corriente errónea-DC. Este circuito oscilante rectangular solo no presenta la desviación-DC no deseada cuando la tensión de salida positiva y negativa del amplificador de operación son iguales.

En la configuración inventiva prevista aquí, dos arrollamientos secundarios del primer convertidor de corriente junto con una resistencia óhmica están dispuestos, por decirlo así, en serie. Una mitad de este circuito oscilante configurado como circuito puente está prevista para el control de la semionda positiva, la otra mitad está prevista para el control de la semionda negativa de la oscilación rectangular. Si se modifican ahora, por ejemplo, condicionadas por la temperatura las salidas de la tensión de los dos amplificadores de operación, entonces se modifican también en la misma medida los puntos de oscilación determinados a través de los dos divisores de resistencia, de manera que los contenidos superficiales de la semionda positiva y de la semionda negativa de la señal rectangular son iguales y de esta manera no se produce ninguna desviación-DC no deseada. De manera especialmente ventajosa, ambos amplificadores de operación están dispuestos en una carcasa, de manera que las modificaciones condicionadas térmicamente de las tensiones de salida de los dos amplificadores de operación son siempre iguales. Las carcasas de los amplificadores de operación dobles presentan la mayoría de las veces las mismas dimensiones que la carcasa de amplificadores de operación individuales. Además, los amplificadores de operación dobles, en general, son apenas más caros que los amplificadores de operación individuales. De esta manera, se puede realizar la configuración inventiva prevista aquí económicamente y sin mayor necesidad de espacio, en comparación con el circuito oscilante del documento EP 1 267 467. Las salidas de ambos amplificadores de operación pueden estar conectadas en el lado de entrada con un circuito amplificador diferencial, de manera que en la salida del circuito amplificador diferencial está disponible una señal de la tensión relacionada con la masa para el procesamiento siguiente sencillo.

De acuerdo con la invención, el dispositivo de acuerdo con la invención está previsto para casos de aplicación especiales está previsto solamente para la detección de corrientes alternas erróneas y para corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red así como para la detección de corrientes continuas erróneas lisas, de manera que se realiza un disparo con corrientes continuas erróneas lisas ≤ 6 mA. Con esta finalidad, el dispositivo comprende al menos un circuito oscilante como se ha descrito más arriba con un convertidor de corriente con al menos dos arrollamientos secundarios así como dos amplificadores de operación que son componentes de este circuito oscilante para la detección de corrientes continuas erróneas lisas ≤ 6 mA. Además, el dispositivo comprende al menos otro convertidor de corriente de sumas así como un circuito de evaluación independiente de la tensión auxiliar para la detección de corrientes alternas erróneas y de corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red. De esta manera se reduce igualmente el consumo de potencia del dispositivo en una medida considerable, de modo que el circuito de la fuente de alimentación necesario para la alimentación de los circuitos para la detección de corrientes continuas erróneas lisas se puede realizar considerablemente más económico y más pequeño.

En un desarrollo de la invención, está previsto que se supervise la oscilación del circuito oscilante. En el caso de corrientes diferenciales muy altas, existe el peligro de una parada no deseada de la oscilación, por que el núcleo

magnético del convertidor de corriente del circuito oscilante se satura magnéticamente fuertemente en virtud de la alta inundación y de esta manera no se puede realizar ya una evaluación fiable de las corrientes diferenciales. Con esta finalidad, está previsto que un circuito de supervisión, en el caso de una parada no deseada del circuito oscilante, acondicione una señal de salida, que conduce a la desconexión inmediata del dispositivo de acuerdo con la invención.

En otra configuración de la invención está previsto que la detección y evaluación de corrientes alternas erróneas con frecuencias > 0 Hz se realicen de manera independiente de la tensión auxiliar, pudiendo detectarse tanto corrientes erróneas alternas con frecuencias muy bajas (por ejemplo la frecuencia de la red y también por debajo de ella) como también con frecuencias muy altas (por ejemplo, 100 kHz). Con esta finalidad, el arrollamiento secundario del segundo convertidor de corriente presenta un número claramente más elevado de arrollamientos, de manera que a continuación de este convertidor de corriente puede estar dispuesto un circuito designado como circuito acumulador de energía conocido a partir del estado de la técnica. En esta configuración se necesitan menos grupos de construcción y, por lo tanto, menos componentes. De manera ventajosa, de este modo se puede reducir considerablemente el consumo de potencia del dispositivo, de modo que se puede realizar el circuito de la fuente de alimentación necesario para la alimentación de los circuitos para la detección y evaluación de corrientes continuas erróneas lisas de manera considerablemente más económica y más pequeños.

Un circuito acumulador de energía de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir del documento DE 10201101984. Con este circuito se pueden detectar de manera sencilla, independiente de la tensión auxiliar, corrientes diferenciales de banda ancha hasta frecuencias muy altas (por ejemplo, 100 kHz). Está constituido normalmente en el lado de entrada por un circuito para la multiplicación de la tensión, pudiendo presentar el circuito para la multiplicación de la tensión en el lado de entrada un componente realizado como resistencia óhmica, con el que se puede influir sobre el comportamiento con respecto a la detección y evaluación de diferentes porciones de frecuencia así como formas de la curva de la corriente en la corriente diferencial. Con esta resistencia óhmica está conectado el arrollamiento secundario del convertidor de corriente para la detección de corrientes alternas erróneas. De manera especialmente ventajosa, ahora la resistencia óhmica en el lado de entrada habitual y necesaria en circuitos de acumulación de energía es según la invención al mismo tiempo un componente del miembro de acoplamiento que provoca entre los convertidores de corriente un giro de las fases de la corriente conducida sobre el recorrido de la línea de aproximadamente 180 grados, cuyo miembro de acoplamiento está configurado como paso alto.

A continuación del circuito para multiplicación de la tensión está dispuesto eléctricamente un condensador acumulador. La altura de la tensión de carga del condensador acumulador es una medida para la altura de la corriente diferencial detectada. La tensión de carga se compara con la ayuda de un circuito comparador siguiente con un valor de referencia. Si se excede este valor, se realiza una desconexión del dispositivo con la ayuda del relé de disparo, que actúa sobre un cierre de conmutación mecánico, de manera que se abren los contactos de conmutación dispuestos en los conductores de supervisar.

La salida del comparador del circuito de evacuación para la detección de corrientes continuas erróneas lisas ≤ 6 mA está conectado eléctricamente de manera ventajosa con el condensador acumulador del circuito de evaluación para la detección de corrientes alternas erróneas, de manera que en el caso de una corriente continua errónea lisa > 6 mA, se puede realizar una desconexión del dispositivo.

De manera alternativa puede estar previsto que la señal de salida del comparador del circuito de evaluación para la detección de corrientes alternas erróneas sea conducida fuera del dispositivo de acuerdo con la invención, de manera que esta señal puede ser acondicionada para otros medios operativos eléctricos. Por ejemplo, una unidad de control de un medio operativo eléctrico (por ejemplo, de un convertidor de frecuencia) puede provocar una desconexión del medio operativo, de manera que, por ejemplo, este medio operativo no puede alimentar, en el caso de error, ninguna corriente continua errónea lisa > 6 mA a la instalación eléctrica.

En otra configuración de la invención está previsto que todos los componentes de dispositivo de acuerdo con la invención estén dispuestos en una carcasa común. De esta manera, el dispositivo se puede prever, por ejemplo, como conmutador de protección de corriente errónea sin protección contra sobre corriente (RCCB) incorporada o como dispositivo de protección conocido con protección contra sobre corriente (RCBO) incorporada de manera sencilla para la instalación en instalaciones eléctricas.

En otra configuración de la invención está previsto que el convertidor de corriente de sumas y los circuitos electrónicos y el cierre de conmutación estén dispuestos en diferentes carcasas. De esta manera se puede realizar el dispositivo también como dispositivo de protección conocido RCM o como CBR o bien MRCD en forma modular. Por ejemplo, el convertidor de corriente de sumas puede estar dispuesto en una carcasa separada, mientras que los circuitos electrónicos están dispuestos sobre una o varias placas de circuitos impresos, integrados en un medio operativo eléctrico. Además, se puede acondicionar una señal de salida, que se pone a la disposición, por ejemplo, de una unidad de control realizada como μ C de medio operativo eléctrico. La unidad de control puede provocar entonces una desconexión de las líneas a supervisar con la ayuda de una instalación de desconexión, que puede ser componente del medio operativo.

Los ejemplos de realización de la invención, a partir de los cuales se deducen otras características inventivas, se representan en el dibujo. En este caso:

- 5 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo de protección de corrientes diferenciales sensible a todas las corrientes de acuerdo con el estado de la técnica.
 La figura 2 muestra una disposición de circuito de acuerdo con la invención de un circuito oscilante configurado como generador rectangular.
 La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un primer ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención.
 10 La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un segundo ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención.

15 La figura 1 muestra con referencia a la figura 3 y a la figura 4 para la mejor comprensión a partir del documento EP 1 267 467 el diagrama de bloques de un dispositivo de protección de corriente diferencial sensible a todas las corrientes conocidos con detección de banda ancha. El dispositivo mostrado puede estar realizado de tal forma que está previsto un número opcionalmente grande de líneas 21 a supervisar. De manera ejemplar, aquí se representan dos contactos de conmutación 219 dispuestos en las líneas 21 a supervisar. Los arrollamientos primarios N11a y N11b así como N21a y N21b, mostrados de manera ejemplar, de los convertidores de corriente 1 y 7 están conectados en serie, respectivamente, con las líneas 21 a supervisar.
 20

Para el reconocimiento de corrientes continuas erróneas lisas así como de corrientes alternas erróneas con frecuencias bajas, que no se pueden detectar de acuerdo con el principio de inducción, se realiza una detección de acuerdo con el principio de la inductividad controlada en el convertidor de corriente 1. Para asegurar que en este caso no se infringe la condición de exploración de Shannon a través de porciones de la corriente diferencial de frecuencias demasiado altas, se contra acoplan estas porciones de corriente por el segundo convertidor de corriente 7 sobre el arrollamiento N12 del primer convertidor de corriente 1, de manera que se activan magnéticamente sólo todavía muy atenuadas en el núcleo del convertidor de corriente. Los arrollamientos N1 12 y N22 tienen con esta finalidad con preferencia los mismos números de arrollamientos y el convertidor de corriente 7 tiene un núcleo con un factor de inductividad esencialmente mayor que el núcleo del convertidor de corriente 1. De esta manera, el convertidor de corriente 7 actúa a través de su arrollamiento N22 sobre el arrollamiento N12 como fuente de corriente, de manera que la corriente de pre-magnetización no se transmite desde el convertidor de corriente 1 sobre el convertidor de corriente 7. Un miembro de acoplamiento 29 en el circuito de corriente de contra acoplamiento 217 determina en este caso solo o junto con las inductividades de los arrollamientos N12 y N22 la curva característica de la amplitud / frecuencia de la corriente contra acoplada.
 25
 30
 35

Las porciones de la corriente con frecuencias, que perturban una modulación libre de fallos de la señal portadora, es decir, de la señal rectangular del circuito oscilante 22, se eliminan de esta manera fuera del espectro de corriente diferencial. Una resistencia de medición de la corriente 210, conectada en el circuito de corriente de contra acoplamiento 217, a continuación de la cual está dispuesto un circuito de retardo 211 para el retardo de la reacción de las porciones espectrales de la corriente diferencial de frecuencia más elevada, está enlazada con la instalación de evaluación 216. En la resistencia de medición de la corriente 210 se puede tomar una tensión proporcionar a la corriente de contra acoplamiento.
 40

Puesto que la corriente de contra acoplamiento contiene las porciones superiores de la frecuencia de la corriente diferencial con la curva de las amplitudes / frecuencia, que han sido extinguidas en el convertidor 1 en virtud del contra acoplamiento, se pueden añadir los espectros de la frecuencia transmitidos en ambas vías de las señales después de una adaptación de la amplificación de manera ideal de nuevo totalmente al espectro original de las frecuencias totales de la corriente diferencial, lo que corresponde a una respuesta de la frecuencia lisa de la corriente de reacción del dispositivo de protección de la corriente diferencial sensible a todas las corrientes.
 45
 50

El convertidor de corriente 1 con un arrollamiento secundario N13 es componente de un circuito oscilante modulador 22, que está configurado como generador rectangular (multivibrador), con lo que se posibilita una pre-magnetización alterna sencilla del convertidor de corriente 1 con una corriente alterna de una frecuencia portadora alta. Para la desmodulación, un filtro de paso bajo 23 está dispuesto en la vía de la línea. Para suprimir en una medida suficiente la frecuencia portadora del circuito oscilante 22, el filtro de paso bajo 23 está configurado, por ejemplo, como filtro activo de orden superior con una pendiente grande en la zona de bloqueo y una frecuencia límite claramente por debajo de la frecuencia portadora.
 55

La instalación de evaluación 216 presenta, entre otras cosas, para la evaluación de las señales del espectro de baja frecuencia formado por el paso bajo 23 y las señales de frecuencia más elevada derivadas de la corriente de contra acoplamiento un amplificador sumador 24 con rectificador bidireccional 25 siguiente. El amplificador sumador 24 posibilita que los espectros de la corriente diferencial detectados de dos maneras puedan ser asociados a través de diferente amplificación a diferentes corrientes diferenciales de diseño. Por ejemplo, para la realización de una protección de las personas con una corriente diferencial de diseño de 30 mA desde el primer convertidor de corriente 1 solamente se separan porciones espectrales de la corriente diferencial desde 0 hasta aproximadamente 100 Hz, mientras que a partir de la señal generada a partir del contra acoplamiento de la corriente se pueden detectar otras
 60
 65

porciones espectrales de la corriente diferencial hasta la zona de MHz y se pueden asociar para la realización de una protección contra incendios a una corriente diferencial de diseño de 300 mA. A continuación del rectificador bidireccional 25 está conectado un filtro de paso bajo 26 y un circuito comparador 27. Con el filtro de paso bajo 26 se puede ajustar una frecuencia límite, de manera que el comparador 27 reacciona también a amplitudes de 50 Hz de señales de corriente diferencial pulsátil dentro de los límites exigidos en las normas pertinentes.

El circuito comparador 27 presenta dos comparadores conectados uno detrás del otro, estando asociado un filtro de paso bajo al segundo comparador. El segundo comparador con el filtro de paso bajo sirve para que el dispositivo no reaccione en el caso de corrientes diferenciales transitorias cortas. Además, con el circuito de paso bajo se consigue un retardo, que sólo provoca una reacción en el caso de un tiempo de retardo máximo admisible. De esta manera se eleva la seguridad contra fallos del dispositivo. En formas de realización del dispositivo para corrientes diferenciales de diseño > 30 mA se pueden ajustar de esta manera tiempos de reacción que dan al dispositivo una propiedad como dispositivo de protección contra corriente diferencial selectiva en el tiempo. Por último, el circuito comparador 27 puede estar enlazado con al menos un relé de disparo 213, que en presencia de una corriente diferencial inadmisiblemente alta provoca que un cierre de conmutación mecánico 218 abra los contactos de conexión 219 dispuestos en las líneas 21 a supervisar, de manera que se interrumpe el flujo de corriente.

El relé de disparo 213 se puede conectar con los arrollamientos secundarios N22, N12 de los dos convertidores de corriente 1, 7, de manera que el enlace se realiza a través de un contacto de conexión 28, que está impulsado por al menos un detector de baja tensión 214 de manera conmutadora. El contacto de conmutación 28 puede estar realizado mecánicamente o electrónicamente. De esta manera, el dispositivo se puede emplear también en una zona de baja tensión de manera independiente de la tensión auxiliar como un conmutador de protección-FI convencional para la detección de corrientes diferenciales en una gama de frecuencia limitada. Si la tensión de la red necesaria para los grupos de construcción del dispositivo dependientes de la tensión auxiliar está por debajo de un valor definido, entonces se conectan los arrollamientos secundarios N22, N12 de los dos convertidores de corriente 1, 7 con la bobina de excitación de los dos convertidores de corriente 1, 7 directamente con la bobina de excitación del relé de disparo 213. El contacto de conmutación 28 establece la conexión conductora entre estos dos componentes.

El miembro de acoplamiento 29 está realizado de la manera más sencilla como resistencia óhmica, que forma junto con las inductancias de los arrollamientos N12 y N22 para el circuito de acoplamiento opuesto 217 un paso alto de primer orden.

Los arrollamientos primarios de los dos convertidores de corriente 1, dispuestos en los conductores 21 a supervisar son arrollamientos comunes alrededor de los dos núcleos magnéticos de los convertidores de corriente 1, 7. Un primer arrollamiento secundario N12 del primer convertidor de corriente 1 está configurado como arrollamiento separado para el circuito oscilante 22 y el arrollamiento secundario N22 del segundo convertidor de corriente 7 y un segundo arrollamiento secundario N12 del primer convertidor de corriente 1 son un arrollamiento común. De esta manera, el giro de fases necesario para una acción de acoplamiento opuesto de la corriente desde el arrollamiento N22 del convertidor de corriente 7 sobre el convertidor de corriente 1 se da con dos polos pasivos sencillos como miembro de acoplamiento.

El circuito de conmutación 28 en el circuito de corriente de los arrollamientos secundarios N12 y N22 está en interacción con el detector de baja tensión 14 actuado en su circuito. El diagrama de bloques muestra el estado en presencia de una tensión baja. En este caso, los arrollamientos secundarios N12 y N22 de ambos convertidores de corriente 1, 7 están enlazados a través del circuito de adaptación eléctrica 212 directamente con el relé de disparo 213.

Un circuito de la fuente de alimentación 215, que es alimentado desde los conductores eléctricos 21, alimenta a los grupos de construcción 22, 23, 24, 25, 26, 27, 211 y 214 dependientes de la tensión auxiliar con una tensión continua necesaria.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo de un circuito 22 de acuerdo con la invención con 2 arrollamientos secundarios N13, N14 del convertidor de corriente 1. Se ha mostrado una configuración del circuito oscilante modulador como multivibrador con dos comparadores o amplificadores de operación U1, U2. En este caso, las inductancias de los arrollamientos secundarios N13, N14 están dispuestas determinando la frecuencia sobre el núcleo magnético del primer convertidor de corriente 1 junto con las resistencias óhmicas R1, R2 y R3, R4 así como R5.

A través de la corriente alterna que fluye a través de los arrollamientos N13, N14 del convertidor de corriente 1 se ajusta en su núcleo magnético un estado de magnetización alterna. Si el convertidor de corriente 1 no es inundado por ninguna otra corriente, entonces la señal de salida del generador rectangular, que se toma como señal diferencial frente a masa en las dos salidas de U1, U2, es una señal rectangular con una relación de pulso-pausa de 1:1. Sin embargo, si el núcleo del convertidor de corriente 1 está magnetizado adicionalmente por una corriente diferencial, es decir, por una diferencia de las corrientes de carga en los arrollamientos primarios N11a y N11b, entonces esta corriente diferencial influye en el estado magnético alterno que, de manera correspondiente a la curva de la corriente diferencial, tiene como consecuencia una modificación momentánea de las inductancias de los

arrollamientos N13, N14. De esta manera, se modifica la constante de tiempo del miembro determinante de la frecuencia, que está constituido por las inductividades N13, N14 y la resistencia R5 y, por lo tanto, la relación de pulso-pausa de la oscilación del generador rectangular. La oscilación del generador rectangular sirve de esta manera como frecuencia portadora y es modulada, por lo tanto, por la corriente diferencial en la relación pulso-pausa.

De manera conocida, la altura de la tensión de salida de los comparadores o de los amplificadores de operación se puede modificar de manera desfavorable en función de la temperatura ambiente o en virtud del calentamiento propio. Además, las dos polaridades de la tensión de salida se modifican de manera muy desfavorable no uniformemente en el caso de modificaciones de la temperatura con respecto a la funcionalidad del presente circuito. Como ya se ha mencionado más arriba, resulta una relación de pulso-pausa de la tensión de salida rectangular del circuito oscilante 22 de 1:1, cuando el convertidor de corriente 1 no es inundado por una corriente diferencial. Sin embargo, si las amplitudes de la tensión de salida de las dos polaridades no se modifican en la misma medida, en el caso de modificación de la temperatura, la relación de la superficie de las dos semiondas del generador rectangular no es ya igual y, por lo tanto, la relación de pulso-pausa no es ya 1:1. Esta relación errónea es interpretada por los circuitos de evaluación siguientes como desviación-DC de manera desfavorable como corriente continua errónea lisa. Especialmente cuando se desea que deban detectarse corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas, existe la posibilidad de que la desviación-DC no deseada adopte órdenes de magnitud similares a la corriente continua errónea lisa a detectar.

De manera ventajosa, la configuración de acuerdo con la invención del circuito oscilante 22 presenta, por lo tanto, para la detección de corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas dos amplificadores de operación o comparadores U1, U2 así como dos arrollamientos secundarios N13, N14 con preferencia con el mismo número de arrollamientos del convertidor de corriente 1. En una configuración especialmente ventajosa, ambos comparadores o bien ambos amplificadores de operación U1, U2 están dispuestos en una carcasa, de manera que las modificaciones de la temperatura repercuten de la misma manera sobre U1 y U2. Si se modifica ahora la temperatura y, por lo tanto, también la tensión de salida de U1 y U2, que están dispuestos en un circuito realizado como circuito puente, entonces esta modificación repercute de manera ventajosa de la misma manera sobre las dos semiondas de la oscilación rectangular. Puesto que los contenidos superficiales de la semionda positiva y de la semionda negativa de la oscilación rectangular se modifican ahora de la misma manera, se mantiene la relación pulso-pausa 1:1 y no se produce ninguna desviación-DC no deseada. De esta manera se pueden detectar de forma ventajosa también de manera fiable corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas. Las señales de la tensión de salida de U1 y U2 pueden ser las señales de la tensión de entrada de un circuito amplificador diferencial U3, cuya salida está conectada con la entrada del paso bajo 23. La figura 3 muestra un diagrama de bloques del dispositivo de acuerdo con la invención para la detección también de corrientes continuas erróneas lisas ≤ 6 mA, de manera que en oposición a la figura 1, el convertidor de corriente 1 presenta un arrollamiento secundario N14. Los arrollamientos secundarios N13, N14 del convertidor de corriente 1 forman junto con el circuito 22 explicado en detalle en la figura 2 un circuito oscilante modulador, que es adecuado para la detección fiable de corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas. Está previsto un circuito de supervisión 30 conectado con el circuito 22, cuya salida actúa sobre la entrada del circuito comparador 27. Cuando el circuito oscilante modulador configurado como generador rectangular adopta estados inadmisibles, por ejemplo una parada de la oscilación, se realiza una desconexión inmediata del dispositivo. Una descripción de los otros componentes del dispositivo se puede deducir del texto relacionado con la figura 1.

En la figura 4 se muestra, en comparación con la figura 3, un ejemplo de realización modificado y simplificado del dispositivo de acuerdo con la invención para la detección también de corrientes continuas erróneas lisas ≤ 6 mA, de manera que la detección de corrientes continuas erróneas lisas se realiza de la misma manera de forma independiente de la tensión auxiliar y la detección de corrientes diferenciales con frecuencias > 9 Hz se realiza de una manera independiente de la tensión auxiliar.

En comparación con el ejemplo de realización indicado anteriormente según la figura 3, el ejemplo de realización indicado en la figura 4 presenta de manera ventajosa menos grupos de construcción y, por lo tanto, menos componentes. El circuito electrónico 220 para la detección de corrientes alternas erróneas funciona de manera independiente de la tensión auxiliar y puede detectar tanto corrientes alternas erróneas de frecuencia muy baja (por ejemplo de la frecuencia de la red con 50 o bien 60 Hz y también menores) como también corrientes erróneas de muy alta frecuencia (por ejemplo, de 100 kHz). De esta manera, se pueden suprimir el detector de baja tensión 214 con contacto de conmutación 28 así como también el amplificador sumador 24.

Para la detección también de corrientes continuas erróneas lisas muy pequeñas está previsto el circuito 22 explicado en detalle en la figura 2 con 2 arrollamientos secundarios N13, N14 del convertidor de corriente 1. Además, está previsto un circuito de supervisión 30, cuya salida actúa sobre el condensador acumulador 222 de un circuito acumulador de energía 220, cuando el circuito oscilante 22 modulador, configurado como generador rectangular adopta estados inadmisibles, por ejemplo una parada de la oscilación, de manera que se realiza una desconexión inmediata del dispositivo. En la vía de la línea que sigue al circuito 22 están dispuestos un filtro de paso bajo 23 y un circuito de evaluación 216, que está constituido por un rectificador bidireccional 25, un filtro de paso bajo 26 y un circuito comparador 27. El circuito comparador 27 puede estar constituido por varios comparadores con filtros de

5 paso bajo, para que el dispositivo no reaccione en el caso de corrientes diferenciales transitorias cortas. El circuito comparador 27 está enlazado en el lado de salida directamente con el condensador acumulador 222 del circuito acumulador de energía 220, de manera que en el caso de presencia de una corriente continua errónea lisa inadmisiblemente alta, se realiza una carga inmediata del condensador acumulador 222, con lo que se provoca una desconexión del dispositivo. Un circuito de fuente de alimentación 215, que es alimentado desde los conductores eléctricos 21, suministra una tensión continua necesaria a los grupos de construcción 22, 23, 25, 26, 27 y 30 dependientes de la tensión auxiliar.

10 Está previsto que el miembro de acoplamiento 29, que provoca un giro de las fases de la corriente conducida sobre el recorrido de la línea de aproximadamente 180 grados, esté configurado de la manera más sencilla como resistencia óhmica 210, que es de esta manera también componente del circuito de corriente de acoplamiento opuesto 217. La resistencia 210 es de acuerdo con la invención al mismo tiempo de manera ventajosa también componente de un circuito acumulador de energía 220 para la detección de corrientes diferenciales con frecuencias > 0 Hz. El circuito acumulador de energía 220 está constituido por la resistencia 210, que está conectado en el lado de entrada con un circuito multiplicador de la tensión 221 o bien se puede considerar de esta manera también como
15 componente del circuito multiplicador de la tensión 221, así como por un condensador acumulador 222 y un circuito comparador 223. La altura de la tensión de carga del condensador acumulador 222 es una medida de la altura de la corriente diferencial detectada con frecuencias > 0 Hz. El circuito comparador 223 está enlazado con un relé de disparo 213 que, en el caso de presencia de una corriente diferencial inadmisiblemente alta, provoca que un cierre de conmutación mecánico 218 abra los contactos de conmutación 219 dispuestos en las líneas 21 a supervisar, de
20 manera que se interrumpa el flujo de corriente. El circuito comparador 223 puede estar constituido por varios comparadores con filtros de paso bajo, para que el dispositivo no reaccione en el caso de corrientes diferenciales transitorias cortas.

25 De acuerdo con la forma de realización del circuito acumulador de energía 220, el dispositivo puede estar diseñado para la detección de banda ancha de corrientes diferenciales de hasta por ejemplo 100 kHz o, en cambio, también sólo para la detección de corrientes alternas erróneas y corrientes pulsátiles erróneas. Además, la señal de salida del circuito comparador 223 se puede conducir fuera del dispositivo de acuerdo con la invención, de manera que esta señal se puede acondicionar para otros medios operativos eléctricos. Por ejemplo, una unidad de control de un
30 medio operativo eléctrico (por ejemplo, de un convertidor de frecuencia) puede provocar entonces una desconexión del medio operativo.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Dispositivo para la detección de corrientes eléctricas diferenciales, en particular de corrientes mixtas de corriente continua filtrada y corrientes alternas, que comprende al menos dos conductores (21) para corrientes de carga a supervisar y que comprende un circuito oscilante configurado como generador rectangular, que presenta un convertidor de corriente (1) y al menos dos arrollamientos secundarios (N13, N14), en el que los conductores están guiados a través del convertidor de corriente, **caracterizado por que** los arrollamientos secundarios (N13, N14) del convertidor de corriente (1) están conectados eléctricamente en serie con al menos una resistencia óhmica (R5), por que el circuito oscilante (22) presenta un amplificador de operación (U1, U2), que están conectados, respectivamente, con un arrollamiento secundario (N13, N14) y por que las salidas de los amplificadores de operación (U1, U2) están conectados con entradas de un circuito amplificador diferencial (U3).
- 10
- 15 2.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** tiene una onda de disparo ≤ 6 mA para corrientes continuas erróneas lisas.
- 20 3.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** los conductores (21) a supervisar están guiados a través de al menos otro convertidor de corriente magnética (7) y por que el segundo convertidor de corriente (7) está conectado de forma conductora de electricidad con el primer convertidor de corriente (1), en el que sobre el recorrido de la línea entre los convertidores de corriente (1, 7) está dispuesto un miembro de acoplamiento (29), que provoca un giro de las fases de la corriente conducida sobre el recorrido de la línea de aproximadamente 180 grados, que está configurado como paso alto.
- 25 4.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los dos amplificadores de operación (U1, U2) están dispuestos en una carcasa.
- 30 5.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para la supervisión del circuito oscilante (22) está previsto un circuito de supervisión (30).
- 35 6.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la detección y evaluación de corrientes diferenciales con frecuencias > 0 Hz se realiza independientemente de la tensión auxiliar.
- 40 7.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** independientemente de la tensión auxiliar sólo se pueden detectar corrientes alternas erróneas y corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red.
- 45 8.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado por que** independientemente de la tensión auxiliar se detectan corrientes alternas erróneas y corrientes continuas erróneas pulsátiles de la frecuencia de la red así como corrientes alternas erróneas con frecuencias ≥ 0 Hz.
- 50 9.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado por que** el miembro de acoplamiento (29), que provoca un giro de fases de la corriente conducida sobre el recorrido de la línea de aproximadamente 180 grados está realizado como resistencia eléctrica (210).
- 55 10.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** la resistencia (210), que configura el miembro de acoplamiento (29), es al mismo tiempo componente de un circuito de acumulación de energía (220).
- 11.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** todos los componentes del dispositivo están dispuestos en una carcasa.
- 12.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, **caracterizado por que** los componentes del dispositivo están dispuestos en carcasas diferentes.
- 13.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la señal de salida del circuito comparador (223) es conducida hacia fuera.

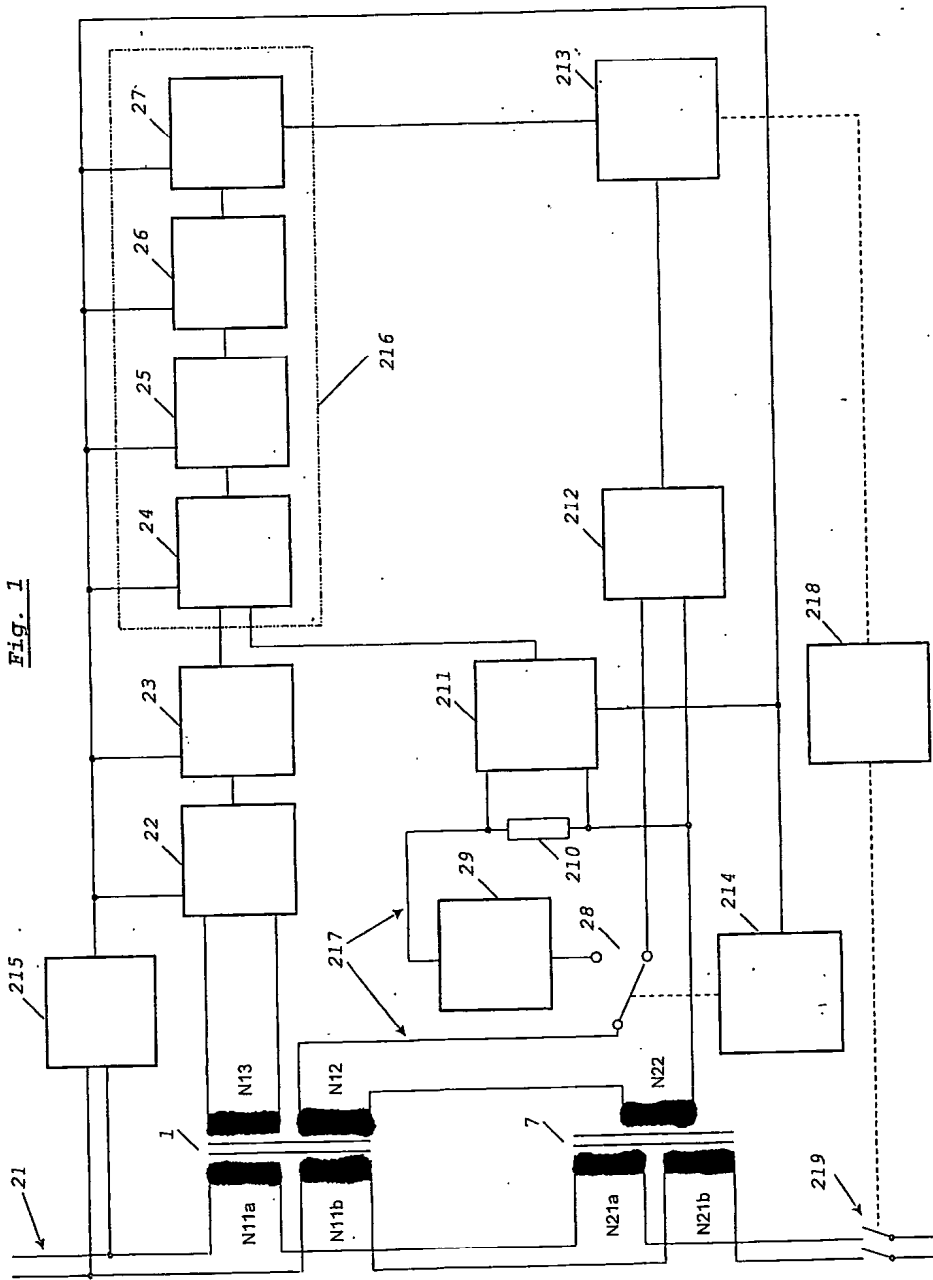


Fig. 2

