

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 175**

51 Int. Cl.:

H02H 3/08 (2006.01)
H02H 3/02 (2006.01)
H02H 7/26 (2006.01)
H02H 7/22 (2006.01)
H02H 3/093 (2006.01)
H02H 3/087 (2006.01)
H02J 1/06 (2006.01)
H02J 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2018** **E 18205926 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** **EP 3487022**

54 Título: **Dispositivo de protección con rutas de corriente paralelas, en las cuales está dispuesto respectivamente un disyuntor, así como procedimiento para el funcionamiento de un tal dispositivo de protección**

30 Prioridad:

20.11.2017 DE 102017220711

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2021

73 Titular/es:

**ELLENBERGER & POENSGEN GMBH (100.0%)
Industriestrasse 2-8
90518 Altdorf, DE**

72 Inventor/es:

**BRANDL, WILHELM y
HÄRTEIS, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 814 175 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 protección con rutas de corriente paralelas, en las cuales está dispuesto respectivamente un disyuntor, así como procedimiento para el funcionamiento de un tal dispositivo de protección

5 La invención se refiere a un dispositivo de protección con una ruta de corriente total entre una entrada de tensión y una conexión de carga. Aparte de eso, la invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un tal dispositivo de protección.

10 Por ejemplo, se usa un disyuntor electrónico para conmutar una carga, en particular en una red de tensión continua. Por medio de este disyuntor electrónico se evitan un daño en la carga debido a una avería, tal como, por ejemplo, una sobrecarga o un cortocircuito, así como un daño en otros componentes, en particular en la red de tensión continua, debido a una avería causada por un daño en la carga por medio de un limitador de corriente activo, en particular controlado electrónicamente. Además, en particular en caso de cortocircuito, debido a la limitación de corriente, una corriente de cortocircuito comparativamente alta así como una caída de tensión que la acompaña en la fuente de corriente o de tensión están reducidas o evitadas por medio del disyuntor electrónico.

20 Para ello, un tal disyuntor electrónico presenta, por ejemplo, una ruta de corriente que discurre entre una entrada de tensión y una conexión de carga, en la que están conectados un sensor de corriente así como un elemento de conmutación. Además, el disyuntor electrónico presenta en particular una unidad de control, a la que está alimentado un valor medido detectado por el sensor de corriente para el control de limitación de corriente o de bloqueo de corriente del elemento de conmutación. A este respecto, el elemento de conmutación está realizado, por ejemplo, como un conmutador semiconductor, en particular como un MOSFET (siglas en inglés para "transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico"). Por ejemplo, en el documento EP 1 186 086 B1 está revelado un sistema de distribución de corriente con un número de circuitos, con respectivamente un disyuntor electrónico como protección contra cortocircuitos y/o contra sobrecargas, estando alimentados los circuitos conjuntamente por medio de un equipo de alimentación sincronizado. En caso de sobrecarga, cuando se sobrepasa un límite de corriente ajustable por la corriente de carga, por ejemplo, 1,1 veces la corriente nominal de la carga, se realiza un bloqueo del disyuntor electrónico una vez transcurrido un tiempo de retardo, mientras que, en caso de cortocircuito, en primer lugar se realiza una limitación de corriente y, después de sobrepasar un umbral de corriente adicional, por ejemplo, 2 veces la corriente nominal de la carga, se realiza un bloqueo del disyuntor una vez transcurrido un determinado tiempo de desconexión.

35 Los disyuntores electrónicos de este tipo, en particular para su aplicación en una red de tensión continua, presentan, por ejemplo, una intensidad de corriente nominal en el intervalo de 0 A a 24 A. No obstante, si debieran accionada cargas con una intensidad de corriente nominal más alta, tienen que usarse, por ejemplo, otros tipos de disyuntores, tales como disyuntores térmicos o magnéticos, los cuales, no obstante, en comparación con los disyuntores electrónicos, presentan comparativamente pocas opciones de ajuste, por ejemplo, con respecto a su tiempo de desconexión. Cuando se usa un disyuntor de uno de estos tipos, entonces, por ejemplo, adicionalmente una conexión de carga del sistema de distribución de corriente tendría que adaptarse al otro disyuntor electrónico.

40 Un dispositivo de protección electrónico según el preámbulo de la reivindicación 1 puede deducirse de la objeción AT507083. La invención se basa en el objetivo de indicar un dispositivo de protección adecuado mediante el cual una carga con una corriente nominal comparativamente alta está protegida frente a una sobrecarga y/o un cortocircuito. Además, debería indicarse un procedimiento adecuado para el funcionamiento de un tal dispositivo de protección, en particular durante un proceso de conexión o de desconexión del dispositivo de protección.

50 Con respecto al dispositivo de protección, el objetivo se resuelve de acuerdo con la invención por las características de la reivindicación 1. En cuanto al procedimiento, el objetivo se resuelve por las características de la reivindicación 6. Configuraciones y perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones secundarias. A este respecto, las realizaciones en relación con el dispositivo de protección también se aplican, conforme al sentido, al procedimiento y viceversa.

60 Para ello, el dispositivo de protección presenta una ruta de corriente total entre una entrada de tensión y una conexión de carga, comprendiendo la ruta de corriente total un número de rutas de corriente parcial conectadas en paralelo. A este respecto, en cada una de las rutas de corriente parcial está conectado un disyuntor electrónico con un elemento de conmutación y con una unidad de control para la limitación de corriente activa de una corriente parcial que fluye en la ruta de corriente parcial correspondiente así como para la conexión y desconexión de una salida de carga del disyuntor electrónico. A este respecto, los disyuntores electrónicos están configurados, por ejemplo, de manera unipolar o, como alternativa, multipolar.

65 En este sentido, por una limitación de corriente "activa" se entiende que esta puede ajustable, es decir, regularse o controlarse, ventajosamente. En particular, para ello la unidad de control, que está configurada, por ejemplo, como un microcontrolador o como un microprocesador, está conectada a una entrada de control del elemento de conmutación. A este respecto, por ejemplo, la unidad de control está conectada directamente a la entrada de control del elemento de conmutación. Como alternativa, entre la unidad de control y la entrada de control del elemento de conmutación está conectado un circuito adicional, por ejemplo, un circuito analógico, es decir, la unidad de control está conectada

indirectamente (mediatamente) a la entrada de control del elemento de conmutación. El elemento de conmutación presenta preferentemente una resistencia electrónica variable, que se ajusta o está ajustada por medio de la unidad de control. Por ejemplo, el elemento de conmutación está configurado para ello como un conmutador semiconductor.

5 Además, por medio de la unidad de control pueden ajustarse uno, dos o varios valores umbral (umbrales de corriente). Por ejemplo, de esta manera, en caso de avería o cuando se sobrepasa un tal valor umbral por la intensidad de la corriente parcial asignada, tal como, por ejemplo, en el intervalo de 1,05 a 1,2 veces la intensidad de la corriente nominal del disyuntor electrónico, la salida de carga del disyuntor electrónico correspondiente se desconecta una vez transcurrido un tiempo de desconexión o un elemento temporizador, limitándose preferentemente la intensidad de corriente de la corriente parcial por medio del disyuntor electrónico hasta la desconexión (tiempo de limitación de corriente). En particular, este tiempo de desconexión puede ajustarse dependiendo de la intensidad de corriente de la corriente parcial y/o del valor umbral sobrepasado correspondientemente.

15 Una conexión o desconexión de la salida de carga de un disyuntor electrónico significa en este caso que su elemento de conmutación está conmutado de manera conductora (de corriente), en particular activado completamente, o de manera que bloquea (la corriente). La conexión del dispositivo de protección o de la conexión de carga debe entenderse en este caso correspondientemente como la conexión de las salidas de carga de todos los disyuntos electrónicos. La desconexión del dispositivo de protección o de la conexión de carga es análoga a la desconexión de las salidas de carga de todos los disyuntos electrónicos. A excepción de una avería, la desconexión y conexión del dispositivo de protección debe entenderse en este sentido como una desconexión o conexión previstas de acuerdo con el funcionamiento.

25 Debido a la conmutación en paralelo de los disyuntos electrónicos, una corriente de carga (corriente total) que fluye entre la entrada de tensión y la conexión de carga está dividida en corrientes parciales que fluyen a través de las rutas de corriente parcial correspondientemente a la primera ley de Kirchhoff (regla de nodos). La intensidad de corriente de la corriente de carga es así la suma de las intensidades de corriente de las corrientes parciales, estando limitadas o pudiendo limitarse las corrientes parciales individuales por medio del disyuntor electrónico respectivamente asignado, en particular a las intensidades de corriente nominal del disyuntor electrónico. Por lo tanto, mediante el dispositivo de protección está posibilitado de manera especialmente ventajosa accionar una carga con una intensidad de corriente nominal que es superior a la intensidad de corriente nominal de un disyuntor electrónico individual.

35 Preferentemente, todos los disyuntos electrónicos presentan, a este respecto, en cada caso la misma intensidad de corriente nominal. De forma especialmente ventajosa, de esta manera, por medio del dispositivo de protección, una carga con una intensidad de corriente nominal con un múltiplo de la intensidad de corriente nominal de un disyuntor electrónico individual correspondiente al número de rutas de corriente parciales está fusibleada, es decir, protegida contra daños en caso de una avería.

40 En particular en este caso, en comparación con una conmutación en paralelo de disyuntos térmicos o magnéticos, los cuales presentan, por ejemplo, un denominado *derating* (disminución de potencia por causas ajenas al mecanismo) del 20 %, es decir, una reducción de la intensidad de corriente nominal total de los disyuntos térmicos o magnéticos conmutados en paralelo, ventajosamente no se necesita ningún *derating* o únicamente es necesario un *derating* comparativamente bajo. Por medio del uso de varios disyuntos electrónicos de construcción idéntica, está posibilitado, de la manera expuesta anteriormente, proporcionar un dispositivo de protección con una intensidad de corriente nominal que satisfaga los requisitos deseados, de manera que se da ventajosamente un alto grado de flexibilidad al proporcionar el dispositivo de protección. Para ello, se aprovechan disyuntos electrónicos en particular ya puestos a la venta, así, ya totalmente desarrollados, por lo que están reducidos los costes de producción y/o de desarrollo. Aparte de eso, de esta manera, el dispositivo de protección puede aprovecharse conjuntamente con un sistema de distribución de corriente ya existente, no siendo necesaria una adaptación del sistema de distribución de corriente, por ejemplo, su conexión de carga, al dispositivo de protección.

50 Para controlar los elementos de conmutación de los disyuntos electrónicos, a las unidades de control están suministradas señales de control, las cuales en particular se emiten por respectivamente al menos uno de los otros disyuntos electrónicos. Para ello, los disyuntos electrónicos presentan respectivamente un dispositivo de comunicación, el cual sirve para la emisión y la recepción de la entrada de control. A este respecto, el dispositivo de comunicación de un disyuntor electrónico está preferentemente acoplado directamente, es decir, inmediatamente, en cada caso a los dispositivos de comunicación de los otros disyuntos electrónicos.

60 A este respecto, los dispositivos de comunicación están acoplados entre sí de tal manera que la señal de control emitida por uno de los dispositivos de comunicación está emitida o se emite en paralelo a los respectivamente otros dispositivos de comunicación. De manera especialmente preferente, la señal de control se emite directamente, en otras palabras, inmediatamente a los otros dispositivos de comunicación. Así, en particular no están conmutados circuitos y/o dispositivos adicionales entre los dispositivos de comunicación.

65 En particular, la emisión de la señal de control se realiza desde uno de los dispositivos de comunicación a todos los otros dispositivos de comunicación simultáneamente. En particular, de esta manera se realiza la desconexión de los otros disyuntos electrónicos en comparación con una transmisión en serie de la señal de control, así, la emisión de

la señal de control desde uno de los dispositivos de comunicación a uno de los otros dispositivos de comunicación, el cual a continuación emite la señal de control a su vez a otro de los dispositivos de comunicación, por ejemplo, mediante una conmutación a modo de una denominada "cadena tipo margarita" (*daisy chain*), comparativamente rápida, y una complejidad del cableado es comparativamente baja. Asimismo, debido a la emisión de la señal desde un dispositivo de comunicación del disyuntor electrónico directamente a los dispositivos de comunicación de todos los otros disyuntores, no es necesario un aparato de control de orden superior para la emisión de la señal de control.

Así, cuando se conecta y se desconecta el dispositivo de protección, está posibilitada ventajosamente por medio del dispositivo de comunicación una conexión o desconexión acoplada (correlacionada cronológicamente) de las salidas de carga de todos los disyuntores electrónicos. Sin este acoplamiento, cuando se conecta es posible un comportamiento defectuoso del dispositivo de protección y cuando se desconecta es posible una detección o visualización incorrecta del estado de funcionamiento del disyuntor electrónico, tal como se explica a continuación.

Cuando se enciende el dispositivo de protección, no se da en particular una conexión exactamente al mismo tiempo de las salidas de carga de todos los disyuntores eléctricos. En otras palabras, la conexión de las salidas de carga de los disyuntores electrónicos individuales se realiza cronológicamente una tras otra. A este respecto, si se conecta una salida de carga de un primer disyuntor electrónico, en primer lugar toda la corriente de carga fluye a través de la ruta de corriente parcial asignada, de manera que la intensidad de corriente de la corriente parcial asignada sobrepasa un valor umbral, por ejemplo, 1,05 veces la intensidad de corriente nominal de este disyuntor electrónico. Siempre y cuando antes de que haya transcurrido el tiempo de desconexión de este primer disyuntor electrónico, así, antes de aquel período de tiempo después del cual una salida de carga de un disyuntor electrónico se desconecta (dispara) cuando se sobrepasa un valor umbral, las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos no se conectan, la corriente de carga no se divide entre las otras rutas de corriente parcial. Consecuentemente, la corriente parcial permanece por encima del valor umbral y la salida de carga del primer disyuntor electrónico se desconecta. Aparte de eso, esta ruta de corriente parcial está conmutada de forma que bloquea la corriente, de manera que la corriente de carga se divide entre las correspondientes rutas de corriente parcial después de conectar las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos, siendo mayores estas corrientes parciales debido a la primera ruta de corriente parcial bloqueada correspondientemente a la primera ley de Kirchhoff que cuando todos los disyuntores electrónicos están conectados. Por ejemplo, el valor umbral de todos los otros disyuntores electrónicos se sobrepasa de tal manera que las salidas de carga de estos se desconectan. En resumen, en este caso no se conecta el dispositivo de protección.

A diferencia de esto, el acoplamiento de los disyuntores electrónicos por medio del dispositivo de comunicación posibilita un intercambio de señales de control, de manera que, antes de conectar la salida de carga del disyuntor electrónico conectado en primer lugar, las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos se conectan asimismo.

Por ejemplo, cuando se desconecta el dispositivo de protección, en primer lugar se desconecta una salida de carga de un primer disyuntor electrónico, de manera que la corriente de carga se divide entre las rutas de corriente parcial de los otros disyuntores electrónicos, por lo que las intensidades de corriente de las corrientes parciales están aumentadas ahí. Sin dispositivo de comunicación, por ejemplo, entonces las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos se desconectan (activan) debido a una sobrecorriente detectada, por lo que su estado de funcionamiento se reconoce entonces incorrectamente como desconexión debido a una sobrecorriente en lugar de debido a una desconexión prevista (intencionada) del dispositivo de protección y, por ejemplo, consecuentemente se representa incorrectamente al usuario. En resumen, aunque el dispositivo de protección se desconecta, como está previsto, sin acoplamiento, el estado de funcionamiento del disyuntor electrónico está representado incorrectamente. A diferencia de esto, en el caso de un dispositivo de protección con acoplamiento por medio del dispositivo de comunicación, desde el primer disyuntor electrónico se emite una señal de control, que está configurada en particular como una señal de desconexión, a los otros disyuntores electrónicos, de manera que estos se desconectan debido a la señal de control en lugar de la sobrecorriente detectada.

De acuerdo con un perfeccionamiento conveniente, los dispositivos de comunicación de los disyuntores electrónicos presentan respectivamente una unidad de conmutación. Esta está configurada como conmutador semiconductor, por ejemplo, un transistor bipolar, convenientemente como un transistor NPN. A este respecto, su entrada de control (su base) está conectada a una salida de la unidad de control asignada. De esta manera, la unidad de conmutación, en particular su posición de conmutación, puede controlarse por medio de la unidad de control.

Las unidades de conmutación presentan respectivamente una primera conexión, la cual está conectada eléctricamente a una fuente de tensión del dispositivo de comunicación para proporcionar una tensión de referencia en la respectiva primera conexión. Además, las unidades de conmutación presentan respectivamente una segunda conexión, a la cual se aplica un potencial de referencia, en particular masa o tierra.

Además, las primeras conexiones de todas las unidades de conmutación están conectadas eléctricamente entre sí. En particular, en este sentido no están previstos circuitos y/o dispositivos adicionales entre las primeras conexiones. Así, la conexión eléctrica de las primeras conexiones es preferentemente directa (inmediata). A este respecto, respectivamente la primera conexión de la unidad de conmutación está conectada a una entrada de la unidad de control asignada, de manera que la señal de control recibida desde el dispositivo de comunicación puede transmitirse a la unidad de control.

- A este respecto, la señal de control emitida por el dispositivo de comunicación está determinada por la posición de conmutación de la unidad de conmutación: Si las unidades de conmutación están conmutadas de forma que bloquean la corriente (posición de conmutación abierta), la tensión de referencia, por ejemplo, 5 V, proporcionada en la primera conexión por medio de la respectiva fuente de tensión se aplica a todas las primeras conexiones. Cuando al menos una de las unidades de conmutación de los dispositivos de comunicación se conmuta a un estado conductor (corriente) (posición de conmutación cerrada), por el contrario, debido a la conexión eléctrica de todas las primeras conexiones, fluye una corriente entre todas las fuentes de tensión y la segunda conexión, conectada al potencial de referencia, en particular masa, de la unidad de conmutación conmutada de manera conductora. A este respecto, la conmutación de la unidad de conmutación se provoca en particular por medio de la unidad de control conectada a su entrada de control. La tensión aplicada a la primera conexión (el nivel de tensión) está reducido correspondientemente, en particular fundamentalmente a 0 V. A este respecto, la tensión aplicada a la primera conexión corresponde en particular a la tensión colector-base en la unidad de conmutación configurada como transistor bipolar.
- En particular, en este caso como "señal de control" se designa así el transcurso temporal del estado que bloquea la corriente o que conduce corriente del elemento de conmutación, así, el transcurso temporal de la posición de conmutación, resultando o estando ajustada ahí, según el estado de conmutación, una tensión correspondiente en la primera conexión de las unidades de conmutación de los dispositivos de comunicación. Con "emisión de la señal de control" está designado en este caso provocar el transcurso temporal de la tensión en la primera conexión de las unidades de conmutación de los otros dispositivos de comunicación correspondientemente al transcurso temporal de la posición de conmutación. Correspondientemente, con "recepción de la señal de control" está designado el transcurso temporal, provocado correspondientemente por el transcurso temporal de la posición de conmutación, de la tensión en la primera conexión.
- Ventajosamente, pueden añadirse disyuntores adicionales al dispositivo de protección de manera relativamente sencilla. Únicamente hay que establecer un acoplamiento, en particular mediante una conexión eléctrica de las primeras entradas de las unidades de conmutación, entre los dispositivos de comunicación y conmutar la ruta de corriente parcial asignada en la ruta de corriente total. Además, también puede usarse individualmente un disyuntor electrónico del dispositivo de protección. Así, el dispositivo de protección es en particular modular.
- Por ejemplo, la unidad de conmutación está configurada como un conmutador semiconductor, en particular como un transistor bipolar, cuya base está conectada a la unidad de control. Como señal de control se utiliza en particular la tensión que cae en el transistor bipolar. Por ejemplo, el transistor bipolar está conmutado de forma que bloquea la corriente, conmutando la unidad de control de manera conductora de corriente el transistor bipolar hacia la emisión de señal, de manera que la tensión que cae a través del transistor bipolar desciende.
- En un perfeccionamiento alternativo, el dispositivo de comunicación está configurado como un puente de infrarrojos. En particular, el dispositivo de comunicación presenta en este sentido un diodo de infrarrojos, el cual transmite una señal de control, por ejemplo, modulada en frecuencia (señal luminosa), presentando el dispositivo de comunicación un receptor de infrarrojos para recibir la señal de control. De manera análoga, la comunicación se realiza de acuerdo con una alternativa adicional por medio de un dispositivo NFC (*Near Field Communication*, comunicación de campo cercano).
- Por ejemplo, la unidad de control presenta adicionalmente una interfaz adicional, convenientemente una interfaz de bus (conexión de bus). Por medio de la conexión de bus, datos adicionales, en particular que representan el estado de funcionamiento del disyuntor electrónico, se transmiten a dispositivo externo (maestro) adicional, que procesa estos datos, por ejemplo, para presentarlos al usuario.
- De manera adicional o alternativa, la señal de control, tal como, por ejemplo, una señal de conexión o la señal de desconexión, puede suministrarse desde el dispositivo externo, en particular de forma redundante, por medio de esta interfaz. No obstante, un tal dispositivo de orden superior, el cual está configurado en particular como una unidad de control de orden superior, no es necesario para emitir y/o recibir la señal de control. Ventajosamente, durante el funcionamiento del dispositivo de protección, la emisión y/o la recepción de la señal de control se realiza únicamente entre los dispositivos de comunicación de los respectivos disyuntores electrónicos.
- De manera adicional o alternativa al control de los elementos de conmutación dependiendo de la señal de control suministrada a la unidad de control asignada, de acuerdo con un diseño conveniente, cada elemento de conmutación está controlado dependiendo de la corriente parcial asignada.
- Para el control dependiendo de la corriente parcial asignada, los disyuntores electrónicos presentan de manera conveniente respectivamente un sensor de corriente, el cual está conmutado en particular en serie respecto al elemento de conmutación en la ruta de corriente parcial asignada. En particular, de esta manera está emitido un valor real, que representa la corriente parcial, de la corriente parcial por medio del sensor de corriente a la unidad de control correspondiente del disyuntor electrónico. En resumen, el elemento de conmutación está controlado por medio de la unidad de control dependiendo del valor real suministrado y, por lo tanto, dependiendo de la corriente parcial. La intensidad de corriente de la corriente parcial está limitada o puede limitarse por medio del disyuntor electrónico, en

particular a la intensidad de corriente nominal del correspondiente disyuntor electrónico. De esta manera, la respectiva ruta de corriente parcial puede bloquearse o está bloqueada por medio del disyuntor electrónico asignado.

De acuerdo con una configuración ventajosa, cada uno de los elementos de conmutación está configurado como un transistor de efecto de campo (FET) o, como alternativa, como un transistor bipolar con electrodo de puerta integrada (IGBT). Además, en un diseño alternativo, los elementos de conmutación de este tipo presentan respectivamente dos o varios transistores de efecto de campo o transistores bipolares con electrodos de puerta integrada conectados en paralelo. En el mejor de los casos, los transistores de efecto de campo o transistores bipolares con electrodos de puerta integrada presentan un coeficiente de temperatura positivo, es decir, a medida que aumenta la temperatura de los transistores de efecto de campo o de los transistores bipolares con electrodos de puerta integrada, aumenta su resistencia eléctrica. A consecuencia de ello, y siempre que todos los disyuntores electrónicos estén configurados de manera idéntica, las corrientes parciales presentan la misma intensidad de corriente en el estado conectado del dispositivo de protección. Si la corriente parcial que fluye a través de un disyuntor electrónico fuera mayor que las otras corrientes parciales, la temperatura y, por lo tanto, la resistencia eléctrica del disyuntor electrónico aumentaría, en particular debido al aumento de pérdidas óhmicas resultante, mediante lo cual, a su vez, se reduce la corriente parcial en la ruta de corriente parcial asignada. En resumen, en el caso de una configuración idéntica de todos los disyuntores electrónicos, está presente, por lo tanto, una distribución de corriente fundamentalmente simétrica en las rutas de corriente parcial.

De acuerdo con un diseño conveniente, las salidas de carga de los disyuntores electrónicos están conectadas a un distribuidor de corriente común, por ejemplo, un distribuidor de corriente compacto. Preferentemente, las rutas de corriente parcial se reúnen mediante este. Ventajosamente, de esta manera, en particular una longitud de línea del distribuidor de energía común así como su conexión eléctrica pueden adaptarse de manera comparativamente fácil al fin de uso previsto en el funcionamiento. De manera conveniente, el dispositivo de protección así como el distribuidor de corriente están previstos y configurados para el montaje en *rack* o para el montaje de un portamódulos montado en el *rack*.

De acuerdo con el procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de protección configurado según una de las variantes representadas anteriormente, que presenta así en particular disyuntores electrónicos conectados en rutas de corriente parcial conectadas en paralelo de una ruta de corriente total, una corriente de carga que fluye a través de la ruta de corriente total se divide en corrientes parciales que fluyen a través de las rutas de corriente parcial. A este respecto, la intensidad de corriente de la corriente de carga es mayor que un valor umbral de un disyuntor electrónico individual. Además, la salida de carga de uno de los disyuntores electrónicos se desconecta cuando se sobrepasa el valor umbral por la corriente parcial asignada una vez transcurrido un tiempo de desconexión. Para ello, las corrientes parciales se detectan por medio de los disyuntores electrónicos respectivamente asignados. Los elementos de conmutación de los disyuntores electrónicos se controlan respectivamente dependiendo de la corriente parcial asignada detectada, del valor umbral y/o de una señal de control, emitiéndose la señal de control por uno de los otros disyuntores electrónicos. En particular, el elemento de conmutación se conmuta de manera que bloquea la corriente o que limita la corriente cuando sea necesario, por ejemplo, en caso de avería.

De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso, cuando se desconecta el dispositivo de protección, en primer lugar se desconecta (se conmuta de manera que bloquea la corriente) la salida de carga de un disyuntor electrónico. A este respecto, este disyuntor electrónico emite, por medio de su dispositivo de comunicación, una señal de control, que está configurada como una señal de desconexión para la desconexión del dispositivo de protección, a los otros disyuntores electrónicos. Debido a la conmutación de bloqueo de corriente de esta corriente parcial, las corrientes parciales de las otras rutas de corriente parcial están aumentadas en caso de corriente de carga constante de acuerdo con la primera ley de Kirchhoff. A este respecto, las intensidades de corriente de estas corrientes parciales se limitan activamente, en particular a la intensidad de corriente nominal del correspondiente disyuntor electrónico, por medio del otro disyuntor electrónico asignado, todavía conectado, siempre que las corrientes parciales sobrepasen los valores umbral correspondientes. En particular, las corrientes parciales se limitan entonces respectivamente a la corriente nominal del disyuntor electrónico asignado. La señal de desconexión se recibe por las unidades de control de los otros disyuntores electrónicos por medio de sus dispositivos de comunicación, de manera que las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos se desconectan. A este respecto, las salidas de carga de todos los otros disyuntores electrónicos se desconectan cronológicamente antes de que haya transcurrido el tiempo de desconexión, siempre que las corrientes parciales asignadas se limiten activamente. En resumen, la desconexión de las salidas de carga del disyuntor electrónico se realiza debido a la señal de desconexión más rápidamente que la desconexión por sobrepasar el valor umbral después del tiempo de desconexión del disyuntor electrónico.

De acuerdo con un diseño adecuado, cuando se conecta el dispositivo de protección, en primer lugar se conecta o se conmuta de manera conductora de corriente una salida de carga de un disyuntor electrónico, emitiéndose desde este disyuntor electrónico, en particular por medio de su dispositivo de comunicación, una señal de control configurada como señal de conexión a los otros disyuntores electrónicos, en particular a sus dispositivos de comunicación. En el caso de en primer lugar solo un disyuntor electrónico conmutado de manera conductora de corriente, la corriente de carga fluye únicamente a través de este disyuntor electrónico, es decir, la corriente de carga es la corriente parcial de la ruta de corriente parcial correspondientemente asignada. A este respecto, en el caso de una intensidad de corriente de la corriente de carga, que es mayor que el valor umbral del disyuntor electrónico asignado, esta corriente de carga

se restringe (limita) por medio del disyuntor electrónico, en particular a su intensidad de corriente nominal. Las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos se conectan debido a la señal de conexión recibida de estos. A este respecto, las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos se conectan antes de que haya transcurrido el tiempo de desconexión del disyuntor electrónico limitador de corriente.

5 En resumen, la conexión de las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos debido a la señal de conexión se realiza más rápidamente que la desconexión del disyuntor electrónico conmutado de manera que limita la corriente una vez transcurrido su tiempo de desconexión por sobrepasar su valor umbral. Por lo tanto, la corriente de carga se divide entre todas las rutas de corriente parcial. Como consecuencia de ello, la intensidad de la corriente parcial, que fluye a través del disyuntor electrónico conmutado en primer lugar de manera que limita la corriente, se reduce (disminuye) de tal manera que el valor umbral de este disyuntor electrónico ya no se sobrepasa y la salida de carga del disyuntor electrónico, por lo tanto, no se desconecta.

15 En particular para el control correcto de los elementos de conmutación, de acuerdo con un perfeccionamiento conveniente, la señal de conexión y la señal de desconexión se diferencian por medio de la duración de la señal temporal. Como alternativa, las dos señales de control se diferencian, por ejemplo, por medio de su amplitud de señal o, dado el caso, mediante una frecuencia de la señal de control.

20 En caso de cortocircuito, de acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso, el valor umbral de todos los disyuntores electrónicos se sobrepasa por las corrientes parciales asignadas. Las corrientes parciales se limitan entonces respectivamente por medio del disyuntor electrónico hasta que sus salidas de carga se desconectan una vez transcurrido el tiempo de desconexión. En resumen, en caso de cortocircuito, la corriente de carga se limita en primer lugar por medio de todos los disyuntores electrónicos, en particular a los múltiplos (n veces), correspondientes al número de disyuntores electrónicos, de la intensidad de corriente nominal de uno de los disyuntores electrónicos, y a continuación el dispositivo de protección se desconecta, no emitiéndose ninguna señal de control por medio del dispositivo de comunicación.

30 En caso de sobrecarga (caso de sobrecorriente), es decir, si la intensidad de corriente nominal de un disyuntor electrónico se sobrepasa continuamente, por la intensidad de corriente de la corriente parcial correspondiente, permaneciendo por debajo, no obstante, el valor umbral correspondiente, la salida de carga del disyuntor electrónico correspondiente se desconecta una vez transcurrido el tiempo de desconexión (tiempo de supervisión) o el elemento temporizador ajustado correspondientemente. A consecuencia de ello, debido a la distribución de la corriente de carga entre las rutas de corriente parcial de los disyuntores electrónicos que no desconectados, de acuerdo con la primera ley de Kirchhoff, sus corrientes parciales sobrepasan los valores de umbral de estos disyuntores electrónicos, de manera que sus salidas de carga también se desconectan. De manera análoga al procedimiento descrito anteriormente para la desconexión del dispositivo de protección, a este respecto, desde el disyuntor electrónico conmutado en primer lugar de forma que bloquea la corriente se emite una señal, que puede diferenciarse preferentemente de la señal de conexión y de desconexión, a los otros disyuntores electrónicos para desconectar el dispositivo de protección por medio de su dispositivo de comunicación. De esta manera, la desconexión del dispositivo de protección debido a una sobrecorriente se representa correctamente al usuario.

A continuación se explican con más detalle ejemplos de realización de la invención mediante un dibujo. Aquí muestran:

- 45 fig. 1 en un diagrama de bloques, el dispositivo de protección con una ruta de corriente total, que presenta rutas de corriente parcial conectadas en paralelo, estando conmutado en cada ruta de corriente parcial un disyuntor electrónico con un elemento de conmutación y con una unidad de control, así como con un dispositivo de comunicación,
- fig. 2 los dispositivos de comunicación acoplados entre sí de los disyuntores electrónicos en un diagrama de bloques detallado comparativamente en cuanto al acoplamiento,
- 50 fig. 3 en un diagrama de flujo, un transcurso del procedimiento cuando se desconecta el dispositivo de protección, desconectándose en primer lugar la salida de carga de uno de los disyuntores electrónicos,
- fig. 4 esquemáticamente en un diagrama de corriente-tiempo que corresponde a la fig. 3, el transcurso temporal de una corriente de carga cuando se desconecta el dispositivo de protección,
- 55 fig. 5 en un diagrama de flujo, un transcurso del procedimiento cuando se conecta el dispositivo de protección, conectándose en primer lugar la salida de carga de uno de los disyuntores electrónicos,
- fig. 6 esquemáticamente en un diagrama de corriente-tiempo que corresponde a la fig. 5, el transcurso temporal de la corriente de carga cuando se conecta el dispositivo de protección,
- fig. 7 en un diagrama de flujo, un transcurso del procedimiento para desconectar el dispositivo de protección en caso de cortocircuito, conmutándose de manera que limitan la corriente en primer lugar todos los disyuntores electrónicos, y
- 60 fig. 8 esquemáticamente en un diagrama de corriente-tiempo que corresponde a la fig. 7, el transcurso temporal de la corriente de carga en caso de cortocircuito.

Las partes que se corresponden entre sí están provistas en todas las figuras de las mismas referencias.

65 En la fig. 1 está mostrado un dispositivo de protección 2 con una entrada de tensión 4 para la conexión a un sistema

de distribución de corriente no representado más adelante o a una fuente de corriente constante así como con una conexión de carga 6 para conectar una carga no representada más adelante. Una ruta de corriente total 8 que discurre entre la entrada de tensión 4 y la conexión de carga 6 presenta varias rutas de corriente parcial 10 conmutadas en paralelo entre sí. Por lo tanto, una corriente de carga I_L que fluye en la ruta de corriente total 8 está dividida en las corrientes parciales I_T que fluyen a través de las rutas de flujo parcial 10. A este respecto, un disyuntor electrónico 12 está conmutado respectivamente en cada una de las rutas de corriente parcial 10. Cada uno de los disyuntores electrónicos 12 presenta una salida de carga 14 en el lado de la conexión de carga, estando conectadas las salidas de carga 14 de los disyuntores electrónicos 12 a un distribuidor de corriente 16 común, por medio del cual las rutas de corriente parcial 10 están combinadas y conectadas a la conexión de carga 6, es decir, las salidas de carga 14 de los disyuntores electrónicos 12 están conectadas a este distribuidor de corriente 16 común.

Aparte de eso, los disyuntores electrónicos 12 presentan respectivamente un elemento de conmutación 18 así como una unidad de control 20 que controla el elemento de conmutación 18. En este caso, el elemento de conmutación 18 está realizado como un transistor de efecto de campo (FET). Por medio del elemento de conmutación 18 está limitada la corriente o puede limitarse la corriente activamente, es decir, de manera controlada o regulada, la corriente parcial I_T que fluye a través de la ruta de corriente parcial 10 asignada. Además, la salida de carga 14 del correspondiente disyuntor electrónico 12 puede conectarse y desconectarse por medio del elemento de conmutación 18, es decir, el elemento de conmutación 18 está completamente activado, así, conmutado de manera conductora de corriente o de manera que bloquea la corriente. Los disyuntores electrónicos 12 presentan para ello un valor umbral I_S . Cuando se sobrepasa este valor por la corriente parcial I_T asignada, esta corriente parcial I_T se limita en primer lugar, en particular a la intensidad de corriente nominal $I_{nominal}$ del disyuntor electrónico 12 asignado. A continuación, el disyuntor electrónico 12 asignado se desconecta una vez transcurrido un tiempo de desconexión, siempre que el valor umbral permanezca sobrepasado durante este período de tiempo.

De acuerdo con una alternativa no representada más adelante, respectivamente entre la unidad de control 20 y el correspondiente elemento de conmutación 18 del dispositivo de protección está conmutado un circuito adicional, en particular un circuito analógico. En otras palabras, la unidad de control 20 está conectada indirectamente (mediatamente) al elemento de conmutación 18.

En la realización de acuerdo con la fig. 1, los disyuntores electrónicos 12 del dispositivo de protección 2 están realizados de manera constructivamente idéntica, presentando estos en particular la misma intensidad de corriente nominal $I_{nominal}$.

En las rutas de corriente parcial 10 está conmutado en serie a los elementos de conmutación 18 respectivamente un sensor de corriente 22. Por medio del sensor de corriente 22 del disyuntor electrónico 12, la corriente parcial I_T se detecta como valor real I_{real} y se alimenta a la unidad de control 20. Para ello, el sensor de corriente 22 está conectado a la unidad de control 20. Además, los disyuntores electrónicos 12 presentan respectivamente un dispositivo de comunicación 24. Este está conectado asimismo a la unidad de control 20 del correspondiente disyuntor electrónico 12. A este respecto, el dispositivo de comunicación 24 sirve para la recepción así como para el envío de una señal de control S, estando acoplados entre sí (acoplamiento K) los dispositivos de comunicación 24 de los disyuntores electrónicos 12. De esta forma, la señal de control S de un disyuntor eléctrico 12 puede alimentarse a todos los otros disyuntores electrónicos 12, o de esta forma puede recibirse la señal de control S de otro de los disyuntores electrónicos 12.

En resumen, los elementos de conmutación 18 están controlados dependiendo de la corriente parcial I_T asignada y/o de una señal de control S suministrada a la unidad de control 20 asignada.

La fig. 2 representa de manera comparativamente detallada el acoplamiento K de los dispositivos de comunicación 24 de los disyuntores electrónicos 12. Los dispositivos de comunicación 24 están conectados respectivamente a una entrada 26 así como a una salida 28 de la unidad de control 20. A este respecto, la salida 28 de la unidad de control 20 está conectada a una unidad de conmutación 30, la cual está configurada en este caso como un transistor NPN. La salida 28 está guiada a la entrada de control 31 de la unidad de conmutación 30, en este caso, su base, de manera que por medio de la unidad de control 20 puede ajustarse y también se ajusta una conductividad eléctrica de la unidad de conmutación 30. La unidad de conmutación 30 configurada como transistor NPN presenta además una primera conexión 31a del lado del colector así como una segunda conexión 31b del lado del emisor. A este respecto, las primeras conexiones 31a de las unidades de conmutación 30 están conectadas eléctricamente a una respectiva fuente de tensión 32 del dispositivo de comunicación 24 para proporcionar una tensión de referencia U_R . A las segundas conexiones 31a de la unidad de conmutación 30 se aplica un potencial de referencia GND, en este caso, masa.

Además, las primeras conexiones 31a de todas las unidades de conmutación 30 están conectadas eléctricamente entre sí. El acoplamiento K está configurado en este caso como conductor eléctrico. Así, la conexión eléctrica de las primeras conexiones 31a es preferentemente directa (inmediata). A este respecto, respectivamente la primera conexión 31a de la unidad de conmutación 30 está conectada a la entrada 26 de la unidad de control 20 asignada.

Si las unidades de conmutación 30 están conmutadas de forma que bloquean la corriente (posición de conmutación abierta), la tensión de referencia U_R , por ejemplo, 5 V, proporcionada en la primera conexión 31a por medio de la

respectiva fuente de tensión 32 se aplica a todas las primeras conexiones 31a. Cuando se conmuta al menos una de las unidades de conmutación 30 de los dispositivos de comunicación 24 a un estado conductor (de corriente), por el contrario, debido a la conexión eléctrica de todas las primeras conexiones 31a, fluye una corriente entre todas las fuentes de tensión 32 y la segunda conexión 31b, conectada al potencial de referencia GND, de la unidad de conmutación 30 conmutada de manera conductora. Debido a esto, la tensión aplicada a la primera conexión 31a, la cual en este caso corresponde a la tensión colector-base de la unidad de conmutación 30, se reduce fundamentalmente a 0 V. A este respecto, corresponde a la primera conexión 31a.

En este sentido, como "señal de control S" se designa el transcurso temporal del estado que bloquea la corriente o que conduce corriente del elemento de conmutación 30, así, el transcurso temporal de la posición de conmutación, resultando o estando ajustada ahí, según el estado de conmutación del elemento de conmutación 30, una tensión correspondiente en la primera conexión 31a de las unidades de conmutación 30 de los otros dispositivos de comunicación 24. Asimismo, la tensión en la primera conexión 31a de la unidad de conmutación 30 que conmuta está ajustada de manera análoga. En resumen, por lo tanto, la señal de control S transmitida por medio del acoplamiento K está guiada a las entradas 26 de las correspondientes unidades de control 20.

Entre la primera entrada 31a de la unidad de conmutación 30 y la fuente de tensión 32 asignada respectivamente está conmutada una resistencia 36. Esta funciona en particular como una denominada "resistencia *pull-up*".

Por medio de la unidad de control 20, la unidad de conmutación 30 puede controlarse de tal manera que una señal de control S configurada como señal de desconexión S_A se diferencia de una señal de control S configurada como señal de conexión S_E en su duración temporal (período de tiempo) o su secuencia temporal. Por ejemplo, la unidad de conmutación 30, que emite la señal de control, del dispositivo de comunicación 24 correspondiente se conmuta de manera conductora durante un período de tiempo predeterminado, diferenciándose la señal de desconexión y la señal de conexión en el período de tiempo, y/o la unidad de conmutación se conmuta de manera conductora en serie varias veces, diferenciándose la señal de desconexión y la señal de conexión en el número de circuitos. Para ello, la unidad de conmutación 30 se conmuta de manera conductora durante la duración correspondiente. En resumen, la señal de control S está determinada por medio de una posición de conmutación de la unidad de conmutación 30.

Adicionalmente, respectivamente a la unidad de conmutación 30 está conmutado en paralelo un elemento de protección 33, el cual protege la unidad de conmutación 30 de daños por un pico de tensión. De acuerdo con la realización de la fig. 2, el elemento de protección 33 está configurado como un diodo supresor. Adicionalmente, a la unidad de conmutación 30 está conmutado en paralelo un condensador 34, el cual sirve en particular para suprimir la señal de control S y para amortiguar las perturbaciones que se producen dado el caso.

Las figuras 3 y 5 así como 7 representan esquemáticamente en un diagrama de flujo el procedimiento para el funcionamiento del dispositivo de protección 2, el cual está configurado de acuerdo con la fig. 1 y, por lo tanto, presenta en conjunto tres disyuntores electrónicos 12, al desconectar A, al conectar E así como al desconectar KF en caso de cortocircuito. Las figuras 4 y 6 así como 8 muestran el transcurso temporal de la corriente de carga I_L en un diagrama corriente-tiempo que corresponde a ello. En este sentido, las líneas discontinuas representan en cada caso n veces la intensidad de corriente nominal I_{nominal} de un disyuntor electrónico 12. A este respecto, todos los disyuntores electrónicos 12 presentan la misma intensidad de corriente nominal I_{nominal} , utilizándose esta respectivamente como aquella intensidad de corriente a la que se limita la corriente parcial I_T asignada. En el caso de disyuntores conmutados en paralelo, la intensidad de corriente nominal $I_{\text{nominal, total}}$ se produce como la suma de las intensidades de corriente nominal I_{nominal} de los disyuntores electrónicos 12 individuales, así, 3 veces I_{nominal} .

Además, la corriente de carga I_L de acuerdo con las figuras 3 a 8 en funcionamiento normal, es decir, con el dispositivo de protección completamente conectado, presenta una intensidad de corriente entre 2 y 3 veces la intensidad de corriente nominal I_{nominal} uno de los disyuntores electrónicos 12, así, es mayor que el valor umbral de un disyuntor electrónico 12 individual. Sin embargo, el dispositivo de protección 2 puede usarse incluso con corrientes de carga I_L más bajas. El procedimiento de funcionamiento expuesto a continuación puede utilizarse ahí de manera análoga, no sobrepasando entonces ninguna de las corrientes parciales I_T el valor umbral I_S de uno de los disyuntores electrónicos 12 cuando el dispositivo de protección 2 se conecta y se desconecta y no restringiéndose (limitándose) las corrientes parciales I_T .

La desconexión A del dispositivo de protección 2 está representada en la fig. 3 y la fig. 4. En una primera etapa A_e , la salida de carga 14 de un primer disyuntor electrónico 12 se desconecta (se conmuta de manera que bloquea la corriente). A este respecto, la señal de desconexión S_A se envía y se transmite (transmisión T) al otro disyuntor electrónico 12. Debido a la conmutación de bloqueo de corriente A_e del primer disyuntor electrónico 12, las corrientes parciales I_T de las otras rutas de corriente parcial 10 sobrepasan los valores umbral I_S de los disyuntores electrónicos asignados al menos durante un tiempo comparativamente corto, por lo cual los otros disyuntores electrónicos 12 se conmutan de manera que se restringe la corriente (conmutación limitadora de corriente A_S) debido a ello, de manera que las corrientes parciales I_T de las rutas de corriente parcial 10 que no bloquean la corriente no sobrepasan la intensidad de corriente nominal I_{nominal} de los disyuntores electrónicos 12 asignados. A consecuencia de ello, la corriente de carga I_L está restringida a 2 veces la corriente nominal I_{nominal} de uno de los disyuntores electrónicos. Además, los otros disyuntores electrónicos 12, en particular sus dispositivos de control 20 por medio de sus

dispositivos de comunicación 24, reciben la señal de desconexión S_A (recepción R) emitida desde el disyuntor electrónico 12 conmutado en primer lugar de manera que bloquea la corriente, por lo que una conmutación de bloqueo de corriente A_r sigue al otro disyuntor electrónico 12. De esta manera, el dispositivo de protección 2 está desconectado. En otras palabras, no fluye ninguna corriente de carga I_L .

Siempre que los otros disyuntores electrónicos 12 no reciban ninguna señal de desconexión antes de que transcurra el tiempo de desconexión, estos se desconectan debido a que se sobrepasa su valor umbral I_S por la corriente parcial I_T una vez transcurrido el tiempo de desconexión, lo cual está representado en el diagrama de flujo de la fig. 3 como ruta de flujo de trazos y puntos. De esta manera, la conexión de carga 6 también se desconecta A_r en caso de un comportamiento erróneo o un fallo de los dispositivos de comunicación 24.

En resumen, el período de tiempo entre la conmutación de bloqueo de corriente A_e del primer disyuntor electrónico 12 y la desconexión A_r el otro disyuntor electrónico 12 debido a la señal de desconexión S_A es menor que el tiempo de desconexión de los otros disyuntores electrónicos. Por ejemplo, este período de tiempo asciende a 6 ms, mientras que el tiempo de desconexión ascendería a 10 ms.

En las figuras 5 y 6 está representado un diagrama de flujo que representa el procedimiento durante la conexión E del dispositivo de protección 2 o un diagrama de corriente-tiempo, que corresponde a ello, de la corriente de carga I_L . Durante la conexión E, se conecta en una primera etapa E_e en primer lugar la salida de carga 14 de uno de los disyuntores electrónicos 12, mientras que los otros disyuntores electrónicos 12 permanecen conmutados en primer lugar de manera que bloquean la corriente. Este disyuntor electrónico 12 conectado emite la señal de conexión S_E al otro disyuntor electrónico 12 (transmisión T). En este sentido, la corriente de carga I_L fluye así únicamente a través de la ruta de corriente parcial 10 con el disyuntor electrónico 12 conectado, es decir, la corriente parcial I_T asignada es igual a la corriente de carga I_L , de manera que el valor umbral I_S del disyuntor electrónico 12 asignado se sobrepasa al menos por un tiempo comparativamente corto por la corriente parcial I_T . Como consecuencia de ello, este disyuntor electrónico 12 se conmuta de manera que limita la corriente y la corriente de carga I_L se limita a la corriente nominal $I_{nominal}$ en la etapa de procedimiento E_s . Los otros disyuntores electrónicos 12 reciben la señal de conexión S_E (recepción R) emitida por el disyuntor electrónico 12 conmutado de manera que limita la corriente. Consecuentemente, las salidas de carga 14 de los otros disyuntores electrónicos 12 se conectan (conexión E_r). En resumen, las salidas de carga 14 de todos los disyuntores electrónicos 12 están conectadas. La corriente de carga I_L prevista para el funcionamiento de la carga se divide de esta manera entre todas las rutas de corriente parcial 10, de manera que la corriente parcial I_T que fluye a través del disyuntor electrónico 12 conectado primero ya no sobrepasa el valor umbral I_S de este disyuntor electrónico 12. El período de tiempo entre la conmutación limitadora de corriente E_s del disyuntor electrónico 12 conectado primero y la conexión E_r del otro disyuntor electrónico 12 es a este respecto más corto que el tiempo de desconexión del disyuntor electrónico 12 conmutado en primer lugar de manera que limita la corriente.

Siempre que los otros disyuntores electrónicos 12 no reciban ninguna señal de conexión antes de que transcurra el tiempo de desconexión, por ejemplo, debido a un defecto en el dispositivo de comunicación 24 del disyuntor electrónico 12 conectado primero, este primer disyuntor 12 se desconecta debido a que se sobrepasa su valor umbral I_S por la corriente parcial I_T una vez transcurrido el tiempo de desconexión (etapa de procedimiento E_f), lo cual está representado en el diagrama de flujo de la fig. 3 como una ruta de flujo de trazos y puntos. Si los otros disyuntores electrónicos se conectan entonces adicionalmente (con retraso), las corrientes parciales I_T sobrepasan los correspondientes valores umbral I_S de los disyuntores electrónicos 12 asignados, de manera que estos, consecuentemente, se desconectan una vez transcurrido su tiempo de desconexión. De esta manera, las salidas de carga de todos los disyuntores electrónicos 12 se desconectan, por lo tanto, también la conexión de carga 6, lo cual está designado como etapa de procedimiento E_a . Por lo tanto, la carga no se provee de la corriente de carga I_L , sino que también permanece protegida frente a otro caso de avería.

Las figuras 7 y 8 representan la desconexión KF del dispositivo de protección 2 en caso de cortocircuito. En caso de cortocircuito, en primer lugar se produce una corriente de carga I_L comparativamente alta, lo cual está indicado en la fig. 8 con trazos y puntos como un pico de corriente. A este respecto, las corrientes parciales I_T son tan altas que se sobrepasan los valores umbral I_S de todos los disyuntores electrónicos 12, lo cual se designa en lo sucesivo como K_u . Si los valores umbral I_S se sobrepasan continuamente por las respectivas corrientes parciales I_T , las salidas de carga 14 de todos los disyuntores electrónicos 12 se desconectan después de su tiempo de desconexión (KF_a), limitando los disyuntores electrónicos 12 hasta la desconexión KF_a de sus salidas de carga 14 la corriente parcial I_T respectivamente asignada a su corriente nominal $I_{nominal}$ (KF_b). La corriente de carga I_L está limitada, de esta manera, durante la conmutación limitadora de corriente KF_b de los disyuntores electrónicos 12, a una corriente nominal total $I_{nominal, total}$ del dispositivo de protección 2, a saber, 3 veces la intensidad de corriente nominal $I_{nominal}$ de un disyuntor electrónico 12 individual.

Como está mostrado en la fig. 8, puede sobrepasarse un valor umbral I_S de uno de los disyuntores electrónicos 12, comparativamente poco después de que ya se hayan sobrepasado los valores umbral I_S de los otros disyuntores electrónicos 12, de manera que este disyuntor electrónico 12 se desconecta, comparativamente poco después de que los otros disyuntores electrónicos 12 ya estén desconectados. Por ejemplo, este es el caso cuando la temperatura de este disyuntor electrónico 12 difiere de la de los otros disyuntores 12, de manera que su resistencia es mayor y la corriente parcial I_T que fluye a través de la ruta de corriente parcial 10 asignada es menor que las otras corrientes

parciales. A consecuencia de ello, el valor umbral I_S de este disyuntor electrónico 12 se sobrepasa solamente un tiempo comparativamente corto después. A este respecto, la función de protección del dispositivo de protección 2 se conserva a pesar de ello.

5 En resumen, la desconexión (activación) de uno de los disyuntores electrónicos 12 en caso de cortocircuito es independiente del acoplamiento K por medio de los dispositivos de comunicación 24, es decir, no se emite ninguna señal de control S o señal de desconexión S_A . Así, se conserva la función de protección del dispositivo de protección 2.

10 Los disyuntores electrónicos 12 están configurados además de tal manera que estos se desconectan siempre que su temperatura sobrepase un valor umbral de temperatura y siempre que se les aplique una tensión comparativamente alta o baja. Por lo tanto, la carga así como el correspondiente disyuntor electrónico 12 están protegidos frente a daños.

15 La invención no está limitada al ejemplo de realización descrito anteriormente. Más bien, el experto también puede derivar de ello otras variantes de la invención sin abandonar el objeto de la invención. En particular, aparte de eso, todas las características individuales descritas en relación con el ejemplo de realización también pueden combinarse entre sí de otra manera sin abandonar el objeto de la invención.

Lista de referencias

20

2	Dispositivo de protección
4	Entrada de tensión
6	Conexión de carga
8	Ruta de corriente total
10	Ruta de corriente parcial
12	Disyuntor electrónico
14	Salida de carga
16	Distribuidor de corriente
18	Elemento de conmutación
20	Unidad de control
22	Sensor de corriente
24	Dispositivo de comunicación
26	Entrada de la unidad de control
28	Salida de la unidad de control
30	Unidad de conmutación
31	Entrada de control de la unidad de conmutación
31a	Primera conexión de la unidad de conmutación
31b	Segunda conexión de la unidad de conmutación
32	Fuente de tensión
33	Elemento de protección
34	Condensador
36	Resistencia
A	Desconexión del dispositivo de protección
A_e	Desconexión de la salida de carga de un primer disyuntor electrónico
A_f	Desconexión en caso de comportamiento erróneo del dispositivo de protección
A_r	Desconexión de las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos
A_s	Conmutación limitadora de corriente de los otros disyuntores electrónicos
E	Conexión del dispositivo de protección
E_a	Desconexión de todas las salidas de carga
E_e	Conexión de la salida de carga de un primer disyuntor electrónico
E_f	Desconexión en caso de comportamiento erróneo del dispositivo de protección

E_r	Conexión de las salidas de carga de los otros disyuntores electrónicos
E_s	Conmutación limitadora de corriente del primer disyuntor electrónico
I_{real}	Valor real
$ L$	Corriente de carga
$I_{nominal}$	Intensidad de corriente nominal de un disyuntor electrónico
$I_{nominal, total}$	Intensidad de corriente nominal del dispositivo de protección
I_s	Valor umbral
L_T	Corriente parcial
K	Acoplamiento de los dispositivos de comunicación
K_F	Desconexión del dispositivo de protección en caso de cortocircuito
K_{F_a}	Desconexión de las salidas de carga de todos los disyuntores electrónicos
K_{F_b}	Conmutación limitadora de corriente de todos los disyuntores electrónicos
K_{F_U}	Sobrepaso de los valores umbral de todos los disyuntores electrónicos
R	Recepción de la señal de control
S	Señal de control
S_E	Señal de conexión
S_A	Señal de desconexión
T	Transmisión de la señal de control
U_R	Tensión de referencia

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de protección (2), que presenta una ruta de corriente total (8) entre una entrada de tensión (4) y una conexión de carga (6), con un número de rutas de corriente parciales (10) conectadas en paralelo,
- 5
- estando conmutado en cada ruta de corriente parcial (10) un disyuntor electrónico (12) con un elemento de conmutación (18) y con una unidad de control (20) para la limitación de corriente activa de una corriente parcial (I_T) que fluye en la ruta de corriente parcial (10) así como para la conexión y desconexión de una salida de carga (14) del disyuntor electrónico (12),
- 10
- presentando cada uno de los disyuntores electrónicos (12) un dispositivo de comunicación (24) para la recepción y para la emisión de una señal de control (S), caracterizado por que
 - los dispositivos de comunicación (24) están acoplados entre sí de tal manera que la señal de control (S) emitida por uno de los dispositivos de comunicación (24) se emite o está emitida en paralelo a los respectivamente otros dispositivos de comunicación (24).
- 15
2. Dispositivo de protección (2) según la reivindicación 1,
- presentando los dispositivos de comunicación (24) respectivamente una unidad de conmutación (30) configurada como conmutador semiconductor, cuya entrada de control (31) está conectada a una salida (28) de la unidad de control (20) asignada, estando determinada la señal de control (S) por medio de una posición de conmutación de la unidad de conmutación (30),
 - presentando las unidades de conmutación (30) respectivamente una primera conexión (31a), que está conectada a una fuente de tensión (32), y una segunda conexión (31b), a la que se aplica un potencial de referencia (GND),
 - estando conectadas entre sí las primeras conexiones (31a) de todas las unidades de conmutación (30), y
- 20
- estando conectada respectivamente la primera conexión (31a) de la unidad de conmutación (30) a una entrada (26) de la unidad de control (20) asignada.
- 25
3. Dispositivo de protección (2) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que
- 30
- cada elemento de conmutación (18) está controlado dependiendo de la corriente parcial (I_T) asignada y/o de la señal de control (S) suministrada a la unidad de control (20) asignada.
4. Dispositivo de protección (2) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que
- 35
- cada uno de los elementos de conmutación (18) es un transistor de efecto de campo (FET) o un transistor bipolar con electrodo de puerta integrada (IGBT).
5. Dispositivo de protección (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que
- 40
- las salidas de carga (14) de los disyuntores electrónicos (12) están conectadas a un distribuidor de corriente (16) común.
6. Procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de protección (2) según una de las reivindicaciones 1 a 5,
- 45
- dividiéndose una corriente de carga (I_L), que fluye a través de la ruta de corriente total (8) con una intensidad de corriente que es mayor que un valor umbral (I_S) de un disyuntor electrónico (12) individual, en corrientes parciales (I_T) que fluyen a través de las rutas de corriente parcial (10),
 - desconectándose la salida de carga (14) de uno de los disyuntores electrónicos (12) cuando se sobrepasa el valor umbral (I_S) por la corriente parcial (I_T) asignada una vez transcurrido un tiempo de desconexión,
- 50
- detectándose las corrientes parciales (I_T) por medio de los disyuntores electrónicos (12) respectivamente asignados, y
 - controlándose los elementos de conmutación (18) de los disyuntores electrónicos (12) respectivamente dependiendo de la corriente parcial (I_T) asignada detectada, del valor umbral (I_S) predeterminado y/o de una señal de control (S, S_E , S_A), que se emite por otro disyuntor electrónico (12).
- 55
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que
- cuando se desconecta el dispositivo de protección (2), en primer lugar la salida de carga (14) de uno de los disyuntores electrónicos (12) se conmuta de manera que bloquea la corriente, y desde este disyuntor electrónico (12) se emite una
- 60
- señal de control (S) configurada como señal de desconexión (S_A) a los otros disyuntores electrónicos (12) del dispositivo de protección (2),
- limitándose las corrientes parciales (I_T), que sobrepasan el valor umbral (I_S), de las rutas de corriente parciales (10) asignadas por medio de los otros disyuntores electrónicos (12) hasta que las salidas de carga (14) de los otros disyuntores electrónicos (12) se desconectan debido a la señal de control (S, S_A), y
 - desconectándose las salidas de carga (14) de los disyuntores electrónicos (12) limitadores de corriente debido a
- 65

la señal de control (S , S_A) suministrada antes de que transcurra el tiempo de desconexión.

8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que

5 cuando se conecta el dispositivo de protección (2), en primer lugar la salida de carga (14) de uno de los disyuntores electrónicos (12) se conecta, y desde este disyuntor electrónico (12) se emite una señal de control (S) configurada como señal de conexión (S_E) a los otros disyuntores electrónicos (12) del dispositivo de protección (2),

10 - limitando este disyuntor electrónico (12) la corriente parcial (I_T), que sobrepasa el valor umbral (I_S), de la ruta de corriente parcial (10) asignada hasta que las salidas de carga (14) de los otros disyuntores electrónicos (12) se conectan debido a la señal de control (S, S_E), y

15 - conectándose las salidas de carga (14) de los otros disyuntores electrónicos (12) debido a la señal de control (S, S_E) suministrada antes de que transcurra el tiempo de desconexión del disyuntor electrónico (12) limitador de corriente.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que

la señal de conexión (S_E) y la señal de desconexión (S_A) se diferencian por medio de la duración de señal temporal.

20 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que

en caso de cortocircuito, en primer lugar se limitan las corrientes parciales (I_T) que sobrepasan el valor umbral (I_S) por medio del disyuntor electrónico (12) asignado hasta que las salidas de carga (14) de los disyuntores electrónicos (12) se desconectan una vez transcurrido el tiempo de desconexión.

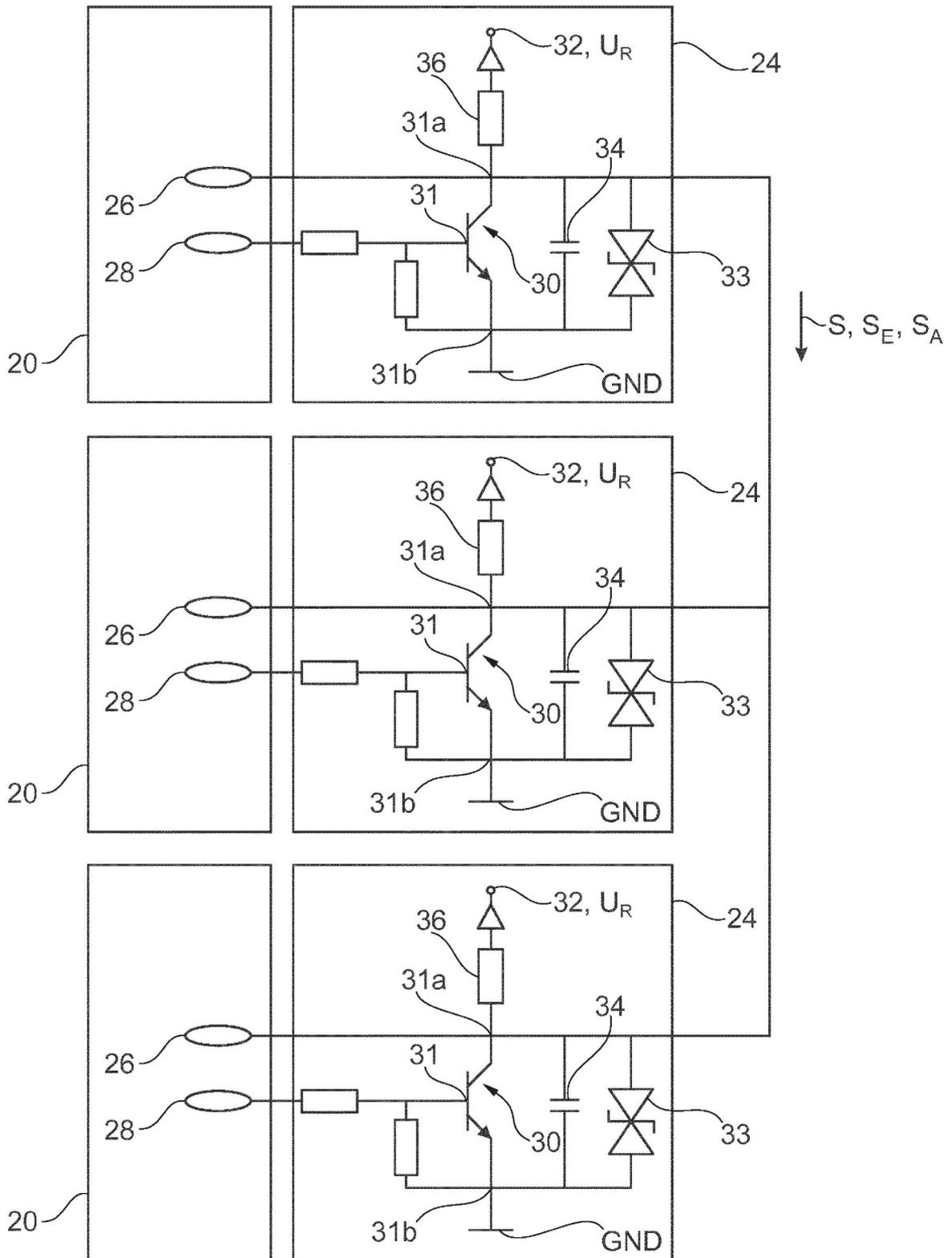


Fig. 2

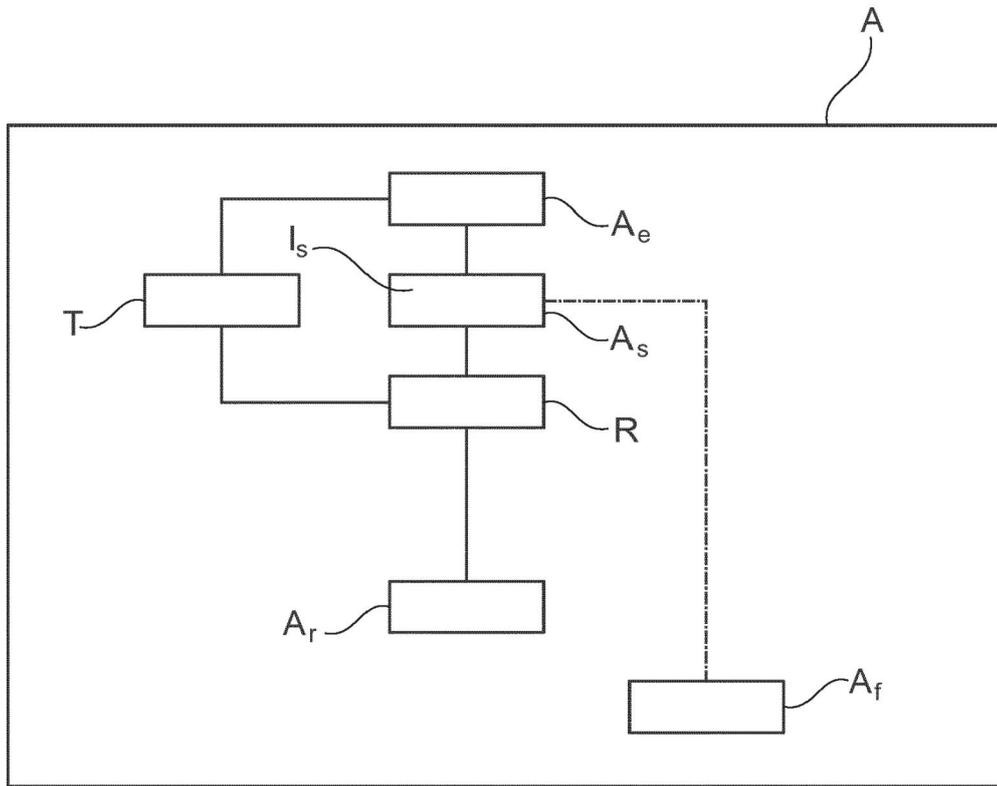


Fig. 3

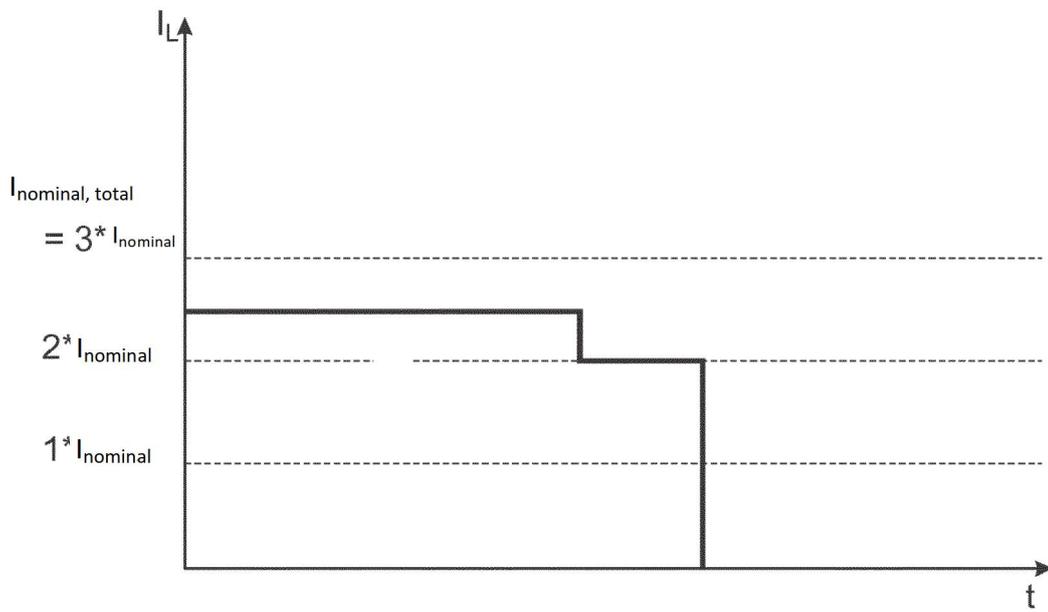


Fig. 4

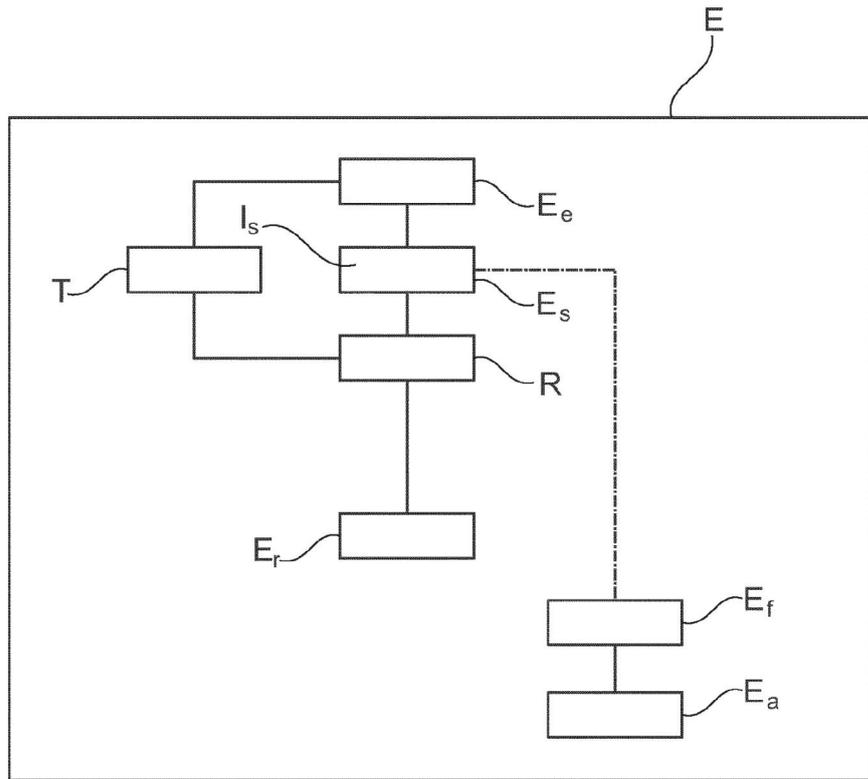


Fig. 5

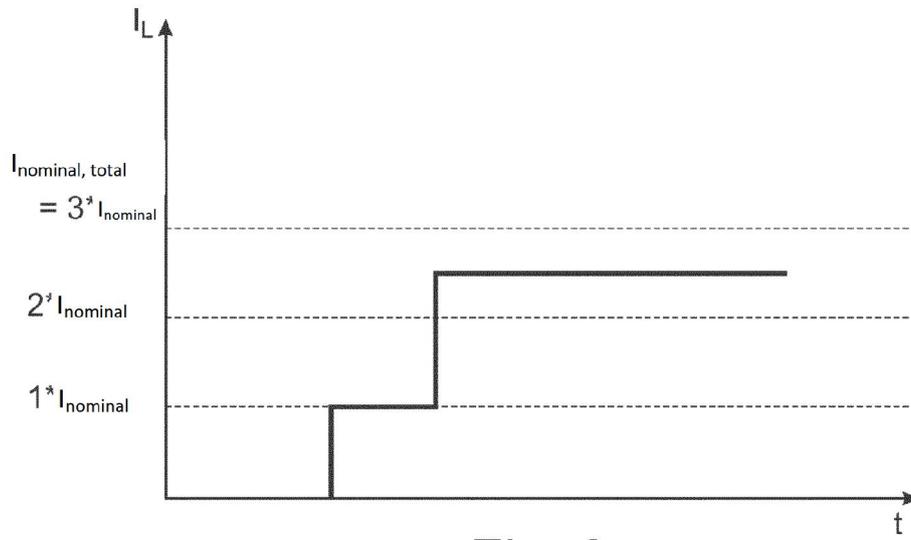


Fig. 6

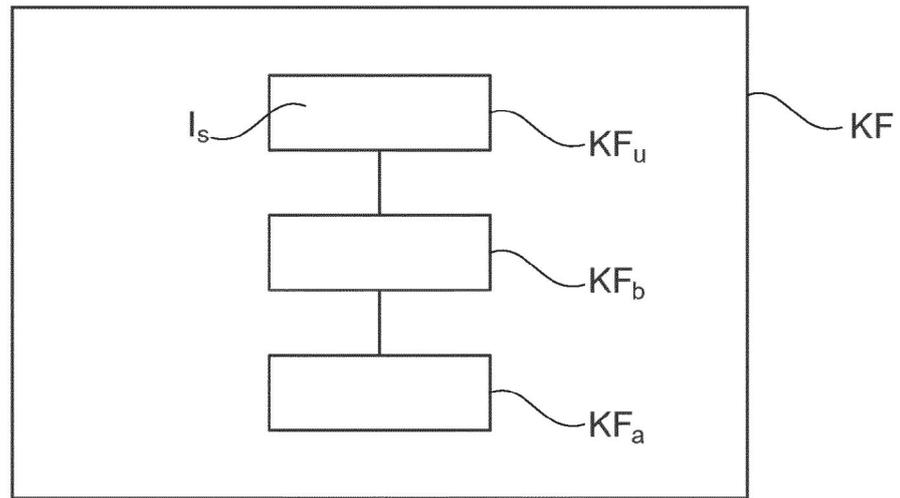


Fig. 7

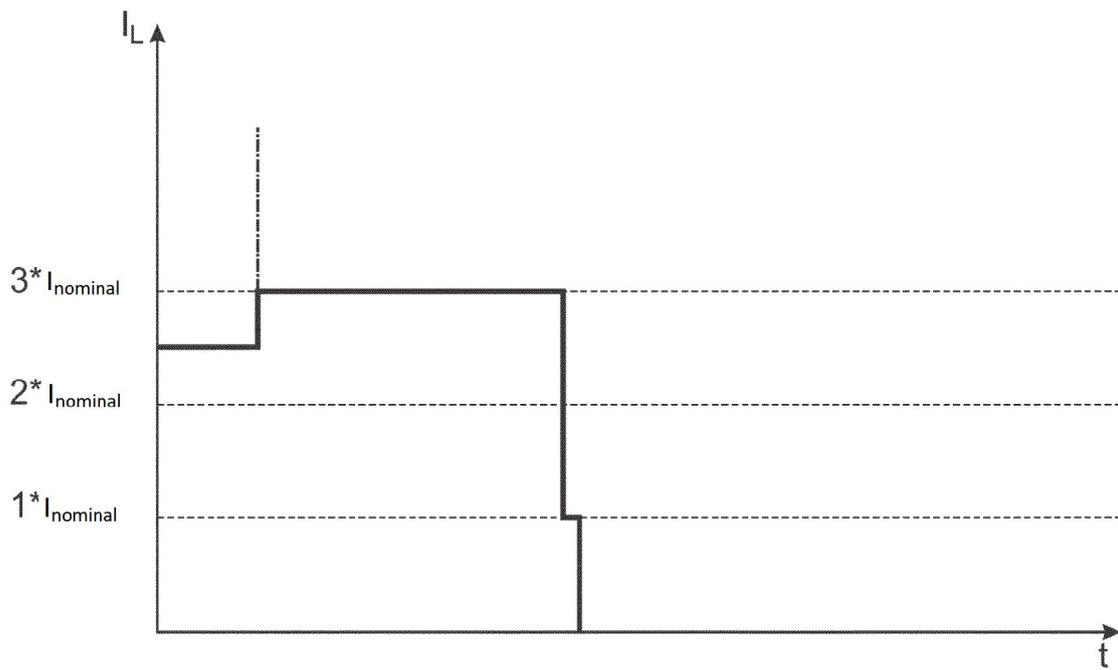


Fig. 8