

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 004**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/26** (2006.01)

**H02J 3/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2011 PCT/SE2011/000180**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO12050501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2011 E 11832829 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2628228**

54 Título: **Dispositivo y método para limitar una corriente eléctrica**

30 Prioridad:

**12.10.2010 SE 1001007**

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

**08.11.2016**

73 Titular/es:

**FERROAMP ELEKTRONIK AB (100.0%)**

**Brynjevägen 31  
175 68 Järfälla, SE**

72 Inventor/es:

**JERNSTRÖM, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

**IGARTUA IRIZAR, Ismael**

ES 2 589 004 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).

**DESCRIPCION**

“Dispositivo y método para limitar una corriente eléctrica”

- 5  
SECTOR DE LA TÉCNICA
- La presente invención se refiere a un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1. Se refiere además a un método según el preámbulo de la reivindicación 14.
- 10  
ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA
- Las casas residenciales o industrias pequeñas que tienen un suministro bifásico o trifásico de electricidad tienen un conjunto de fusibles de red o disyuntores de red que limitan la corriente máxima que puede extraerse de la red así como que protegen la instalación eléctrica. La figura 1 muestra, como un ejemplo, una instalación 10 eléctrica de este tipo que tiene fusibles de red 11, un panel de distribución 12, fusibles de rama 13, tomas de corriente 14 y diferentes cargas 15, 16 y 17. Estos números de referencia se usan en toda la descripción para dispositivos correspondientes.
- 20  
Es deseable mantener el valor nominal de fusible de red lo más bajo posible debido a que un valor nominal superior dará como resultado costos más altos a la empresa de red, y requerirá una superficie de conductor más grande en los cables de suministro. Superficies de conductor más grandes aumentarán los costes de instalación para un sistema nuevo y harán que las conversiones de un sistema existente a tales conductores de superficie más grandes sean bastante caras. Sin embargo, el valor nominal debe ser aun así lo suficientemente alto como para permitir todas las condiciones de carga diferentes sin que salte un fusible de red o se desconecte un disyuntor de red.
- 25  
En las casas residenciales o industrias pequeñas, la corriente en los conductores de fase varía de manera bastante rápida debido a las muchas cargas diferentes tales como calefactores, cocinas, hervidores, hornos, estufas, secadores de pelo, aspiradoras, etc. Debido a la gran variación en la carga, el valor nominal del fusible de red tiene que fijarse lo suficientemente alto como para que no salte durante condiciones de pico de carga. Sin embargo, la mayor parte del tiempo la carga real está muy por debajo del valor nominal del fusible.
- 30  
La figura 6 muestra una distribución de corriente estadística en una casa residencial típica. Como puede verse, el 99% del tiempo, la corriente en los conductores trifásicos está por debajo de 16 A, aunque se producen picos de hasta 25 A. Los fusibles de red y los cables de suministro deben por tanto tener un valor nominal de al menos 25 A.
- 35  
Por tanto, existe un compromiso entre seleccionar un valor nominal de fusible de red pequeño por motivos de coste, pero el valor nominal debe ser aun así lo suficientemente alto como para evitar el salto de un fusible durante condiciones pico de carga.
- 40  
Una solución a este problema está prevista por interruptores de deslastre de carga. Existen dispositivos de limitación de corriente que detectan las corrientes de fase de suministro y cortan una carga preseleccionada si la corriente de suministro supera el valor nominal del fusible de red. Esto se describe por ejemplo en los documentos SE 515 272 y CH 641 295.
- 45  
Los inconvenientes con estos métodos son que la carga desconectada obviamente no puede utilizarse durante el tiempo que está desconectada, y un problema adicional es que la carga que se desconecta debe ser o bien una carga trifásica o una carga sobre la misma fase que está superando en este momento el valor nominal del fusible de red. En muchos hogares/industrias pequeñas no hay muchas cargas trifásicas que pueden desconectarse directamente. Además, muchas cargas son equipos móviles conectados por enchufe mientras que los interruptores de deslastre de carga tradicionales sólo trabajan con equipos instalados de manera permanente.
- 50  
Además, los hogares/industrias modernos están obteniendo más y más cargas monofásicas, ya que ha habido una inclinación de los fabricantes para cambiar a tales dispositivos monofásicos para todos los dispositivos salvo los de mayor consumo de energía.
- 55  
Hay muchos productos disponibles en el mercado para limitar las corrientes de fase suministro por debajo de la capacidad de los fusibles de red o el disyuntor de red. Todos trabajan mediante:
- 60  
a) La desconexión de cargas preseleccionadas durante picos de corriente de fase, tal y como se ha descrito anteriormente. Aquí, las cargas se desconectan usando relés mecánicos para evitar una superación del valor nominal del fusible de red. Véase la figura 2 para un resumen esquemático de un sistema de este tipo. Pueden usarse relés 22 para deslastrar o desconectar cargas 16, 17 cuando cualquier corriente eléctrica a través de cualquier fusible/disyuntor 11 se acerca al valor nominal del mismo.
- 65  
o

b) Cambiar una carga de una fase a otra.

5 Esto se describe por ejemplo en US 5 181 180 Munro, y US 7 242 110 de Matsumoto *et al.* Estas referencias describen el uso de relés para desconectar cargas o transferir cargas entre fases. Véase la figura 3 para un resumen esquemático de un sistema de este tipo. Pueden usarse relés 22 para transferir cargas 17 de un conductor de fase a otro cuando cualquier corriente eléctrica a través de cualquier fusible/disyuntor 11 se acerca al valor nominal del mismo.

10 Ambos métodos abordan el problema de sobrecarga de un conductor de suministro, pero sin embargo introducen algunos inconvenientes. Por ejemplo, cuando se transfiere una carga habrá algunos transitorios eléctricos debido al desplazamiento de fase entre los conductores de fase. Tales transitorios pueden apagar equipos electrónicos sensibles.

15 Además, el sistema debe conocer aproximadamente qué cargas pueden transferirse o desconectarse, es decir, se requiere una planificación cuidadosa para preseleccionar las cargas para desconexión y puede ser necesario conectar las cargas a diferentes fases para equilibrar el consumo. También, a pesar de tal planificación (a menudo laboriosa) de una instalación eléctrica, habrá una mala función en sistemas con muchas cargas portátiles, ya que la magnitud y colocación de tales cargas móviles no pueden anticiparse y por tanto no pueden tenerse en cuenta. Por  
20 supuesto, para cualquier carga desconectada, tales cargas no pueden utilizarse durante el tiempo en el que están desconectadas.

25 US2008278976 describe un dispositivo para contrarrestar una caída de tensión en una carga. La caída de tensión se debe a resistencias en serie en una fuente de tensión y/o cables de conexión.

#### EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

30 Es un objeto de la presente invención proponer una solución para o una reducción de los problemas del estado de la técnica. Un objeto principal es, por consiguiente, proponer un dispositivo alternativo para limitar una corriente en un conductor eléctrico.

Según la invención esto se logra con un dispositivo que tiene las características según la reivindicación 1.

35 Cambiando el paradigma de limitadores de corriente del deslastre por relé de cargas a una transferencia de energía eléctrica entre conductores eléctricos por inyección de corriente eléctrica, se logran varias ventajas. En primer lugar, si hay espacio libre en cualquier conductor eléctrico, por ejemplo uno de los conductores de fase de un sistema trifásico, puede simplemente transferirse energía de este conductor al que necesita limitarse, lo que evita la necesidad de apagar una carga conectada al conductor tensionado. Por tanto, se evita la incomodidad/inconveniente  
40 de desconectar una carga. Además, ya no tiene que abordarse el problema de planificar y seleccionar qué carga(s) va(n) a desconectarse. Por tanto ya no es necesario una planificación/selección de carga laboriosa durante la instalación de una instalación eléctrica. Además, como el dispositivo no tiene que ser activo (no tiene que obtener o inyectar energía eléctrica) cuando no hay ningún umbral de corriente eléctrica que se alcanza o supera, el dispositivo puede hacerse bastante ahorrador de energía en ese estado, ya que sólo tiene que monitorizar corrientes  
45 eléctricas para rebasamientos de umbral. Además, también se evita el inconveniente anterior de que era difícil predecir qué conductor eléctrico usaría una carga monofásica en movimiento, y por tanto dónde desconectar una carga de este tipo en una instalación eléctrica, ya que el dispositivo de la invención considerará automáticamente una carga de este tipo. También, los diseños anteriores de dispositivos de limitación de corriente en los que una carga se transfería a través de un relé desde un conductor eléctrico a otro se mejoran en ese aspecto de que la  
50 transferencia previa del estado de la técnica sólo podía realizarse para cargas completas y no para una parte de una carga. El dispositivo de la invención transfiere cantidades arbitrarias (dentro de los límites del valor nominal del dispositivo) de energía eléctrica entre conductores eléctricos. Por tanto, el dispositivo de la invención proporciona una transferencia de energía fina entre diferentes conductores, lo que se correspondería a un dispositivo de transferencia de carga del estado de la técnica que fuera capaz de transferir cargas parciales entre diferentes  
55 conductores eléctricos (no pueden). Por tanto, para la invención, siempre puede usarse toda la potencia disponible de los conductores eléctricos si fuese necesario. En la técnica anterior podía suceder que una carga que se deseaba transferir a otro conductor eléctrico no podía transferirse ya que el conductor al que debía transferirse no podía acomodar toda la carga en el espacio libre disponible.

60 La invención se refiere además a un método para limitar una corriente eléctrica en un conductor eléctrico que tiene ventajas correspondientes a las del dispositivo.

Se dan a conocer realizaciones ventajosas adicionales en las reivindicaciones dependientes.

65 Existen determinados filtros activos que pueden equilibrar cargas asimétricas en sistemas eléctricos polifásicos. Monitorizan y controlan de manera continua las corrientes de las fases para que sean de la misma magnitud

transfiriendo energía entre ellas. En este sentido, actúan para limitar corrientes en un sistema de este tipo.

Sin embargo, difieren de la invención porque carecen de una adaptación para sólo transferir energía cuando las corrientes han alcanzado un valor umbral; los filtros activos transfieren energía de manera continua independientemente de las magnitudes de las corrientes de fase. La adaptación de umbral de la invención proporciona el beneficio de un ahorro de energía, ya que la transferencia de energía de un conductor de fase a otro implica pérdidas de energía y el dispositivo de la invención sólo está activo transfiriendo energía si es necesario. En un entorno habitual, en el que sólo es necesario transferir energía el 1% del tiempo para mantener las corrientes de fase en un valor umbral, tal ahorro de energía puede ser sustancial.

Los filtros activos mencionados anteriormente intentan hacer que todas las corrientes de fase de un sistema eléctrico sean lo más iguales posible. Por el contrario, un dispositivo según la invención sólo necesita hacer una transferencia mínima de energía para mantener las corrientes de fase en o justo por debajo del valor umbral. Debido a que, otra vez, una transferencia de energía implica pérdidas; esto mantiene las pérdidas en un mínimo en el dispositivo según la invención.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describirán a continuación realizaciones que ejemplifican la invención, mediante los dibujos adjuntos, en los que la figura 1 ilustra una vista esquemática de una instalación eléctrica, la figura 2 ilustra una vista esquemática de una instalación eléctrica con un limitador de corriente mediante deslastre de carga según el estado de la técnica, la figura 3 ilustra una instalación eléctrica con un limitador de corriente mediante transferencia de carga según el estado de la técnica, la figura 4 ilustra una instalación eléctrica con un limitador de corriente según la invención, la figura 5 ilustra una vista esquemática de una realización del limitador de corriente, la figura 6 ilustra un ejemplo de una distribución de corrientes de fase con el paso del tiempo en una instalación eléctrica, la figura 7 ilustra un ejemplo de la magnitud de corrientes de fase como una función del tiempo en una instalación eléctrica, la figura 8 ilustra la obtención e inyección de corrientes eléctricas de diferentes conductores eléctricos de una instalación eléctrica, la figura 9 ilustra una realización del limitador de corriente que comprende una conexión a una fuente de energía fuera de la red de suministro, y la figura 10 ilustra una realización del limitador de corriente que comprende una unidad de obtención y limitación separadas.

#### EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Se describirá ahora un concepto básico de un dispositivo 50 según la invención para limitar una (primera) corriente eléctrica en un (primer) conductor eléctrico de una instalación eléctrica. Un ejemplo de un dispositivo 50 de este tipo conectado a una instalación eléctrica se muestra en la figura 4. El dispositivo 50 comprende una unidad de recepción 59. La unidad de recepción 59 está adaptada para recibir una medida de la (primera) corriente eléctrica en el (primer) conductor eléctrico. La unidad de recepción 59 puede o bien comunicarse con un dispositivo de medida externo o bien puede incorporar un dispositivo de medida interno que comunica las medidas a la unidad de recepción 59. En la figura 4, el dispositivo de medida está incorporado en el dispositivo 50 y está conectado a sensores 21 de corriente para medir una corriente en un conductor eléctrico. En este contexto debe observarse que la medida de una corriente puede implicar una medida directa o indirecta. Es decir, o bien la corriente en cuestión se mide directamente o bien puede medirse indirectamente midiendo todas las demás corrientes que entran en o salen de un punto de un conductor. Entonces, la corriente puede deducirse por la ley de corrientes de Kirchoff y puede decirse que se mide indirectamente. Además, el dispositivo comprende una unidad de limitación. La unidad de limitación está adaptada para limitar dicha corriente eléctrica cuando la (primera) corriente eléctrica medida alcanza un (primer) umbral. Se describe a continuación cómo se produce esto según la invención.

Para ser capaz de limitar una corriente eléctrica según la invención, el dispositivo 50 comprende además una unidad de obtención, adaptada para obtener energía eléctrica de un segundo conductor eléctrico, es decir, de un conductor eléctrico distinto de aquel en el que hay una corriente a limitar. Por ejemplo, en la figura 4, el dispositivo 50 está conectado a tres conductores 101, 102, 103 diferentes mediante tres conductores de conexión 111, 112, 113. Si, por ejemplo, se ha medido el conductor 101, con la ayuda del sensor 21, para comprender una corriente que ha alcanzado un umbral en el que debe limitarse, entonces la unidad de obtención del dispositivo 50 puede usar cualquiera de los otros, en este caso, dos conductores 102, 103 para obtener energía eléctrica de los mismos. Ejemplos particulares de cómo obtener esa energía eléctrica se dan a continuación.

Entonces, cuando se obtiene alguna energía eléctrica de un conductor puede inyectarse en el (primer) conductor

5 tensionado. Para ello, la unidad de limitación del dispositivo 50 está adaptada para inyectar dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica en el primer conductor eléctrico. Puede decirse que la corriente eléctrica inyectada constituye una sustitución para al menos una parte de la primera corriente eléctrica, estando por tanto dicha corriente eléctrica limitada. Por ejemplo, para el ejemplo de la figura 4, puede extraerse energía eléctrica del conductor 102 a través del conductor de conexión 112 e inyectarse denle el conductor 101 a través del conductor de conexión 111. Si la corriente/energía que fluye a una carga a través del panel 12 de distribución es la misma antes y después de la inyección, es decir que la carga y la tensión de red son la misma, entonces la corriente que viene de la fuente L1 debe ser menor después de la inyección, ya que una corriente adicional se inyecta más cerca de la carga y estas corrientes deben sumarse para ser igual a la corriente que va a la carga según la ley de corrientes de Kirchoff.

10 En una aplicación típica, la corriente umbral de la invención se fija igual al valor nominal de los fusibles de red (y por tanto igual para cada conductor de fase) por lo que los fusibles de red estarán protegidos frente a sobrecargas.

15 Para dilucidar adicionalmente este tema, véase la figura 8. En el ejemplo de la figura 8, la corriente que viene de la fase L2 de 16 amperios está limitada por la inyección de una corriente del dispositivo 50. Juntas forman una corriente de 24 amperios que va a la carga 3. Es decir, si la corriente de la fase L2 no estuviera complementada por la corriente inyectada, la carga 3 habría extraído 24 amperios de L2. Por tanto, en este caso la corriente estaba limitada a 16 amperios por la inyección.

20 También, con referencia a la figura 10, debe observarse que la unidad de obtención 61 y la unidad de limitación 60 pueden implementarse como dos unidades físicas. Sin embargo, esta funcionalidad también puede realizarse en una única unidad física que comprende una unidad de obtención y limitación combinada, tal como se describirá a continuación con referencia a la figura 5.

25 Para implementar tanto la obtención como la inyección de energía eléctrica, pueden usarse varios principios diferentes. Como un ejemplo, un convertidor de potencia de modo de conmutación puede actuar tanto como la unidad de obtención como la unidad de limitación para obtener e inyectar energía eléctrica mediante el corte muy rápido de las tensiones/corrientes eléctricas de los diferentes conductores. Los principios de tales convertidores de potencia de modo de conmutación son bien conocidos para el experto en la técnica.

30 Sin embargo, pueden concebirse otros principios tales como convertidores de potencia rotativos que comprenden un motor/generador y acoplamientos por momentos de torsión controlables. También, pueden usarse convertidores de fase que usan transformadores para realizar la invención.

35 Debe observarse que como las redes eléctricas se alimentan por fuentes de tensión, las corrientes eléctricas y la potencia eléctrica son proporcionales entre sí y están acopladas. Es decir, no es posible inyectar/obtener corriente eléctrica sin inyectar/obtener potencia eléctrica y viceversa. Es decir, limitar una corriente eléctrica en un conductor es análogo a limitar la potencia en ese conductor y medir una corriente es análogo a medir una potencia.

40 Para una visión en un escenario posible para la energía eléctrica disponible de una instalación eléctrica, véase la figura 7. Se ejemplifica una medida de las corrientes de conductor de fase con el paso del tiempo, aquí se producen picos de hasta 30 A en L1, al mismo tiempo, las corrientes son significativamente inferiores en L2 y L3. La figura 7 también muestra el valor teórico, con picos de 19 A, a los que las corrientes pueden limitarse transfiriendo energía entre conductores de fase según la invención.

45 Como una variante del dispositivo según la invención, la unidad de obtención puede adaptarse para obtener energía eléctrica también de al menos un conductor eléctrico adicional. Tal como de los dos conductores eléctricos 102 y 103 en la figura 4. Esto es ventajoso porque la energía puede extraerse de cualquiera de estos conductores 102, 103 o de ambos simultáneamente. Si uno de ellos ya está sobrecargado puede usarse el otro en su lugar para proporcionar energía para la inyección, o pueden usarse ambos para proporcionar cada uno una parte de la energía eléctrica necesaria. En un escenario generalizado, con un número de N conductores, todos los N conductores pueden disponerse para obtener energía eléctrica de ellos, y en cualquier momento dado un número de N menos el número de conductores en los que inyectar energía eléctrica puede usarse simultáneamente para tal obtención de energía eléctrica.

50 Otra variante de cualquier variante anterior del dispositivo 50 según la invención comprende que la unidad de recepción está adaptada para recibir una medida adicional de una corriente eléctrica adicional a limitar en al menos un conductor eléctrico adicional. Considerando otra vez el ejemplo en la figura 4, esto significaría que el dispositivo 50 estaría adaptado para medir una corriente también en al menos un conductor eléctrico más, por ejemplo en los conductores 101 y 102. Además en esta variante, la unidad de limitación está adaptada para inyectar dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica también en el al menos un conductor eléctrico adicional cuando la corriente eléctrica medida adicional en ese conductor alcanza un segundo umbral. Por tanto, la funcionalidad de las variantes anteriores del dispositivo de limitar una corriente en un conductor inyectando otra corriente en ese conductor se muestra ahora duplicada para más conductores. Por tanto, en la figura 4 dos o incluso todos los conductores 101, 102, 103 pueden monitorizarse y puede inyectarse energía eléctrica en los mismos, si fuese

necesario. Obsérvese que no hay ninguna contradicción inherente en tener los conductores que potencialmente van a inyectarse coincidiendo con, o siendo iguales a los conductores de los que potencialmente se va a obtener energía. Es decir, en la figura 4 a modo de ejemplo, todos los conductores 101, 102, 103 pueden simultáneamente servir como potenciales donantes de energía (se obtendría energía eléctrica de ellos) y como potenciales receptores de energía (se inyectaría energía en los mismos). La clave es que sólo se inyecta energía en un conductor si se mide que una corriente en ese conductor ha alcanzado un umbral. Tan pronto como esta corriente se haga inferior al umbral, este conductor se convierte en un candidato para ser un donante de energía a algún otro conductor de la instalación eléctrica.

Otra variante adicional de cualquiera de las variantes anteriores del dispositivo según la invención comprende que la unidad de obtención está adaptada de modo que al menos un conductor del que obtener energía eléctrica puede conectarse a una fuente eléctrica fuera de la red de suministro. Una fuente eléctrica fuera de la red de suministro significa una fuente cuya energía eléctrica no se distribuye al dispositivo de la invención a través de una red de suministro, tal como cualquiera de: una batería, un aerogenerador, un panel solar. Es decir, la unidad de obtención puede tener conexiones destinadas para tales fuentes y por tanto también puede comprender otras adaptaciones para cubrir cualquier diferencia en las características de tensión y corriente en estas fuentes de fuera de la red de suministro en comparación con las de una red de suministro. Una ventaja de esta disposición es que si hay una carencia global de energía eléctrica en los conductores que están conectados a una red de suministro en vista de la demanda, la fuente de fuera de la red puede ayudar a cumplir con esa necesidad y evitar un salto de un fusible. Un ejemplo de una fuente de fuera de la red de suministro de este tipo se da en la figura 9, que muestra una batería 2.

Otra ventaja es que un dispositivo de limitación de corriente realizado con un convertidor de potencia de modo de conmutación sólo necesita pocos componentes adicionales para ser capaz de transferir energía eléctrica desde una fuente de fuera de la red hasta la red.

Según una variante adicional de cualquiera de las variantes anteriores del dispositivo según la invención, la unidad de recepción puede adaptarse para recibir una medida de una corriente eléctrica en cualquier conductor eléctrico del que obtener energía eléctrica y en el que la unidad de obtención está adaptada para obtener energía eléctrica de cualquier conductor eléctrico de este tipo cuando la corriente eléctrica medida de un conductor particular de este tipo está por debajo de un tercer umbral. Por tanto, este umbral para cuando puede obtenerse energía eléctrica no tiene que ser necesariamente el mismo que el umbral para cuando puede inyectarse energía eléctrica, y por tanto existe alguna libertad adicional de la implementación. Por supuesto puede ser el mismo si se desea.

El dispositivo también puede comprender un elemento de almacenamiento de energía eléctrica, estando el dispositivo adaptado para almacenar dicha energía eléctrica después de que se obtenga y antes de que se inyecte en el mismo. De este modo, puede hacerse disponible energía para la inyección también en un instante de tiempo en el que no hay energía eléctrica disponible para obtención. Por ejemplo, para un sistema de corriente alterna (CA), el elemento de almacenamiento de energía eléctrica puede servir para superar las diferencias en fase entre diferentes conductores, reducir perturbaciones que de otro modo se introducen potencialmente al inyectar energía eléctrica. Tales elementos de almacenamiento se muestran como condensadores 52 en la realización mostrada en la figura 5.

Para una variante del dispositivo según la invención, el número colectivo de conductores de los que obtener o en los que inyectar energía eléctrica y que no están conectados a una fuente fuera de la red de suministro son tres y constituyen tres conductores de fase de corriente alterna diferentes en una instalación eléctrica trifásica. Este es el caso de las variantes del dispositivo 50 tal como se muestran en las figuras 4, 5, 8, 9 y 10. Es decir, el dispositivo 50 está adaptado para conectarse a un sistema trifásico, que es un sistema de distribución eléctrica habitual en muchos países.

Una variante adicional de cualquiera de las variantes anteriores del dispositivo según la invención comprende que la unidad de obtención y la unidad de limitación están adaptadas para obtener e inyectar energía eléctrica de modo que también al menos reducen cualquier armónico en el conductor eléctrico en el que se inyecta energía eléctrica. Esto puede lograrse midiendo los armónicos de corriente en el conductor usando los sensores 21 de corriente e inyectando una corriente con la misma amplitud pero con una diferencia de fase de  $180^\circ$ , cancelando así los armónicos de corriente en el conductor. También, debe mencionarse que la reducción de armónicos generalmente requerirá tanto obtener como inyectar energía eléctrica, ya que la corriente armónica fluirá en ambos sentidos durante un medio ciclo de la tensión. Por tanto, la unidad de obtención y la unidad de limitación deben usarse conjuntamente para reducir armónicos.

Una variante adicional de cualquiera de las variantes anteriores del dispositivo comprende que la unidad de obtención y la unidad de limitación están adaptadas para obtener e inyectar energía eléctrica de modo que también corrigen un factor de potencia inferior a 1 del conductor eléctrico en el que se inyecta la energía eléctrica. El principio para esto es similar al principio para reducir armónicos descrito anteriormente. Esto también es verdad en el sentido de que también la obtención de energía eléctrica puede aplicarse a corregir el factor de potencia.

En el caso de un fallo de alimentación eléctrica de cualquier conductor eléctrico en el que está adaptado el

dispositivo de limitación para inyectar energía eléctrica, la unidad de limitación puede adaptarse para inyectar dicha energía eléctrica obtenida en un conductor eléctrico de este tipo. Por ejemplo en un sistema trifásico, si falla una fase por cualquier motivo, el dispositivo puede mantener esa fase energizada en la instalación eléctrica incluso si no se entrega ninguna corriente eléctrica desde el suministro eléctrico.

5 Puede producirse una situación en la que todo el espacio libre de corriente eléctrica en los conductores disponibles de los que obtener energía eléctrica está usado para inyectar en algún otro conductor. En una situación tal, puede evitarse una sobrecarga, con el riesgo de que salte algún fusible, haciendo que el dispositivo comprenda además una unidad de desconexión adaptada para desconectar al menos una carga conectada a cualquier conductor eléctrico en el que está adaptado el dispositivo de limitación para inyectar energía eléctrica. Tal dispositivo de desconexión se activaría por tanto si la energía eléctrica disponible para inyección no es suficiente para limitar la corriente eléctrica en cualquier conductor eléctrico de este tipo a un umbral de corriente eléctrica para esa corriente eléctrica, o por debajo.

15 Debe observarse que, incluso si no se ha declarado de manera explícita, la unidad de obtención y la unidad de limitación están adaptadas para abstenerse respectivamente de obtener e inyectar cualquier energía eléctrica cuando todas las corrientes eléctricas a limitar por el dispositivo están por debajo del umbral de corriente eléctrica para cada corriente de este tipo. Es decir, debido a que la unidad de limitación del dispositivo sólo actuará para limitar una corriente por inyección cuando tal corriente ha alcanzado un valor umbral, está implícito que no está teniendo lugar ninguna limitación de este tipo cuando ninguna corriente ha alcanzado el umbral para limitar esa corriente. Por tanto, el dispositivo sólo monitorizará corrientes de manera pasiva en este caso. Esto tiene la ventaja de que se evita cualquier pérdida implicada en obtener y limitar corrientes, proporcionando un bajo consumo de energía del dispositivo en este modo de operación.

25 Puede variarse cualquiera de los umbrales de corriente eléctrica del dispositivo. Por ejemplo, el dispositivo puede adaptarse para variar umbrales con cualquiera de: tiempo y corrientes de conductor eléctrico. Una ventaja de esto es que los cables de suministro de red o los fusibles de red pueden permitir una sobrecarga de tiempo corto. Por tanto, si los umbrales se fijan más altos para picos de corriente de corta duración, no se transfiere ninguna energía entre conductores y por consiguiente no se produce ninguna pérdida de potencia en el dispositivo.

30 Debe observarse que los umbrales que varían de manera intermitente según esta invención no son los mismos que un valor de consigna que fluctúa en un bucle de control de un filtro activo que intenta equilibrar diferentes corrientes de fase.

35 Un valor de consigna de bucle de control de un filtro activo de equilibrio está fluctuando de manera continua para mantener las magnitudes de corriente de fase iguales. Por tanto, se transfiere energía de manera continua entre fases en un sistema de este tipo.

40 En cambio, un umbral de un dispositivo según la invención puede variarse de manera intermitente para cambiar cuando debe comenzar la transferencia de energía. Por tanto, la transferencia de energía no está en curso en el dispositivo según la invención.

45 Se proporciona ahora un ejemplo de una aplicación con umbrales de corriente que varían de manera intermitente; de la misma manera en que un fusible puede resistir una corriente más alta durante periodos de tiempo cortos, los umbrales de corriente pueden fijarse más altos durante sobretensiones transitorias cortas, y por tanto contribuir además a reducir las pérdidas en el limitador de corriente sin aumentar el riesgo de que salte un fusible, ya que la necesidad de transferir energía puede retrasarse con un valor de umbral intermitentemente más alto.

#### Realización a modo de ejemplo del dispositivo de la invención

50 Con referencia a la figura 5 se describirá una posible implementación del dispositivo de la invención. Esto es sólo un ejemplo y el experto en la materia puede diseñar muchas otras alternativas a partir de los principios básicos del dispositivo tal como se resumió anteriormente.

55 La unidad de limitación y la unidad de obtención en esta implementación están combinadas en una unidad 62 que comprende tres semipuentes, cada uno compuesto por dos IGBT 51 con un diodo de recuperación rápida (Una implementación alternativa con semipuentes separados para la unidad de limitación y semipuentes separados para la de obtención también es, por supuesto, concebible. Otra alternativa puede ser implementar la unidad de obtención con el "rectificador Viena" descrito en EP0660498). Las puertas de los seis IGBT se controlan desde una unidad de control 55 que, mediante la sincronización de pulsos de accionamiento de puerta con la tensión de red, determina si la corriente se extrae de o se inyecta en un conductor de fase. La unidad de control 55 aplica además modulación por ancho de pulsos (PWM) de las señales de accionamiento de puerta para controlar la corriente que se extrae o inyecta en un conductor de fase. Se usan dos bucles de control de PWM diferentes; uno primero controla la corriente RMS de ciclo extraída o inyectada en cada conductor de fase, un segundo bucle sincroniza la corriente instantánea con la tensión de red instantánea en cada fase de modo que la corriente se extrae o inyecta en factor de potencia unitario.

La unidad de control recibe medidas de las corrientes de conductor de fase a través de una unidad de recepción 59 que o bien puede ser un interfaz analógico para transformadores de corriente o transductores de corriente, pero también una interfaz digital para un sensor remoto, por ejemplo los sensores usados en un contador de energía en la instalación eléctrica. La unidad de recepción 59 recibe además señales de sensores de corriente 58 internos que se usan para señales de realimentación, para el bucle PWM en la unidad de control, sobre cuánta corriente se extrae o inyecta realmente. La unidad de control también recibe medidas de las tensiones de red de la unidad de recepción 59 que detecta la tensión de red en nodos 63. La medida puede hacerse o bien directamente mediante la unidad de recepción 59 tal como se muestra en la figura 5, pero también a través del uso de transformadores de tensión o sensores remotos. La unidad de control necesita la información de tensión de cada conductor de fase para controlar de manera correcta los IGBT para la inyección u obtención de energía eléctrica.

Cuando uno de los semipuentes está inyectando corriente en un conductor de fase, las señales de accionamiento de puerta están sincronizadas de modo que el transistor superior está conduciendo cuando la tensión de fase es positiva y el transistor inferior conduce cuando la tensión de fase es negativa. El ancho de pulso se controla en proporción a la corriente de salida instantánea. Por tanto, se extrae energía del condensador (52) de almacenamiento de energía interno. El transistor que conduce junto con el inductor de conmutación (53) actúa como un convertidor Buck. Cuando se extrae corriente el esquema de conmutación de los transistores se invierte, de modo que el transistor positivo conduce cuando la tensión de fase es negativa y viceversa. El transistor que conduce junto con el inductor de conmutación y el diodo en el transistor opuesto actúa ahora como un convertidor elevador.

### El método de la invención

La invención también comprende un método para limitar una (primera) corriente eléctrica en un (primer) conductor eléctrico de una instalación eléctrica. Las variantes del método corresponden a diferentes variantes del dispositivo de la invención e implican correspondientes ventajas. El método se describirá de manera concisa a continuación.

El método comprende:

- medir la (primera) corriente eléctrica en el (primer) conductor eléctrico,
- limitar dicha corriente eléctrica cuando la (primera) corriente eléctrica medida alcanza un (primer) umbral,
- obtener energía eléctrica de un segundo conductor eléctrico, y limitar dicha primera corriente eléctrica mediante:
- la inyección de dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica en el primer conductor eléctrico, por lo que la corriente eléctrica inyectada constituye una sustitución para al menos una parte de la primera corriente eléctrica, estando por tanto dicha corriente eléctrica limitada.

Para una variante del método, el método comprende además obtener energía eléctrica también de al menos un conductor eléctrico adicional.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además recibir una medida adicional de una corriente eléctrica adicional a limitar en al menos un conductor eléctrico adicional, e inyectar dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica también en al menos un conductor eléctrico adicional cuando la corriente eléctrica medida adicional en ese conductor alcanza un segundo umbral.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además obtener energía eléctrica de al menos un conductor conectado a una fuente eléctrica fuera de la red de suministro, tal como cualquiera de: una batería, un aerogenerador, un panel solar.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además medir una corriente eléctrica en cualquier conductor eléctrico del que obtener energía eléctrica y en el que la etapa de obtener energía eléctrica de cualquier conductor eléctrico de este tipo se realiza cuando la corriente eléctrica medida de un conductor particular de este tipo está por debajo de un tercer umbral.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además que después de obtener dicha energía eléctrica, dicha energía eléctrica se almacene antes de dicha inyección.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además que el número colectivo de conductores de los que obtener o en los que inyectar energía eléctrica y que no están conectados a una fuente fuera de la red de suministro son tres y constituyen tres conductores de fase de corriente alterna diferentes en una instalación eléctrica trifásica.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además que dicha obtención e inyección de energía eléctrica se realice también para al menos reducir cualquier armónico en el conductor eléctrico en el que se inyecta la energía eléctrica.

Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además que dicha obtención e inyección de energía eléctrica se realice también para corregir un factor de potencia inferior a 1 del conductor eléctrico en el que se inyecta la energía eléctrica.

5 Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además, para un caso de un fallo de alimentación eléctrica de cualquier conductor de fase eléctrico en el que se inyecta energía eléctrica, inyectar dicha energía eléctrica obtenida en un conductor eléctrico de este tipo.

10 Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además desconectar al menos una carga conectada a cualquier conductor eléctrico en el que puede inyectar energía eléctrica si la energía eléctrica disponible para inyección no es suficiente para limitar la corriente eléctrica en cualquier conductor eléctrico de este tipo a un umbral de corriente eléctrica para esa corriente eléctrica, o por debajo.

15 Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además abstenerse de obtener e inyectar cualquier energía eléctrica cuando todas las corrientes eléctricas a limitar están por debajo del umbral de corriente eléctrica para cada corriente de este tipo.

20 Para una variante de cualquier variante anterior, el método comprende además variar cualquier umbral de corriente eléctrica del método con cualquiera de: tiempo y corrientes de conductor eléctrico.

**Leyenda**

- 1. Fuente trifásica
- 2. Fuente de energía fuera de la red de suministro
- 25 3. Carga trifásica asimétrica
- 10. Instalación eléctrica
- 11. Fusibles de red o disyuntor de red
- 12. Panel de distribución
- 13. Fusibles de rama
- 30 14. Tomas de corriente
- 15. Cargas conectadas a toma de corriente (portátiles)
- 16. Carga trifásica instalada de manera permanente
- 17. Carga monofásica instalada de manera permanente
- 20. Dispositivo de deslastre de carga
- 35 21. Transformadores/sensores de corriente
- 22. Relés / contactores
- 30. Dispositivo de transferencia de carga
- 50. Limitador de corriente
- 51. IGBT
- 40 52. Condensador de enlace de CC
- 53. Inductores de interruptor
- 54. Filtro EMC
- 55. Electrónica de control
- 56. Diodo
- 45 57. Inductor elevador
- 58. Transformadores / sensores de corriente
- 59. Unidad de recepción
- 60. Unidad de limitación
- 61. Unidad de obtención
- 50 62. Unidad de limitación y obtención combinada
- 63. Nodo de detección de tensión
- 101, 102, 103. Conductor eléctrico
- 111, 112, 113. Conductor de conexión

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo (50) para limitar una corriente eléctrica, de una fuente (1), en un primer conductor de fase eléctrico de una instalación eléctrica, en el que el dispositivo (50) comprende una unidad de recepción (59) adaptada para recibir una medida de la corriente eléctrica de la fuente (1) en el primer conductor de fase eléctrico, y que comprende además una unidad de limitación (60) que está adaptada para limitar dicha corriente eléctrica de la fuente (1) cuando la corriente eléctrica medida de la fuente (1) alcanza un primer umbral, en donde el dispositivo comprende además una unidad de obtención (61) adaptada para obtener energía eléctrica de un segundo conductor de fase eléctrico, y en el que la unidad de limitación (60) está adaptada para inyectar dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica en el primer conductor de fase eléctrico, por lo que la corriente eléctrica inyectada constituye una sustitución para al menos una parte de la corriente eléctrica de la fuente (1), estando por tanto dicha corriente eléctrica de la fuente (1) limitada.
- 10 2. Dispositivo (50) según la reivindicación 1, en donde la unidad de obtención (61) está adaptada para obtener energía eléctrica también de al menos un conductor eléctrico adicional.
- 15 3. Dispositivo (50) según la reivindicación 1 o 2, en donde la unidad de recepción (59) está adaptada para recibir una medida adicional de una corriente eléctrica adicional, de una fuente (1), a limitarse en al menos un conductor de fase eléctrico adicional, y en donde la unidad de limitación (60) está adaptada para inyectar dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica también en al menos un conductor de fase eléctrico adicional cuando la corriente eléctrica medida adicional de la fuente (1) en ese conductor de fase alcanza un segundo umbral.
- 20 4. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad de obtención (61) está adaptada de tal manera que al menos un conductor del que obtener energía eléctrica puede conectarse a una fuente (2) eléctrica fuera de la red de suministro, tal como cualquiera de: una batería, un aerogenerador, un panel solar.
- 25 5. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la unidad de recepción (59) está adaptada para recibir una medida de una corriente eléctrica en cualquier conductor eléctrico del que obtener energía eléctrica y en donde la unidad de obtención (61) está adaptada para obtener energía eléctrica de cualquier conductor eléctrico cuando la corriente eléctrica medida de un conductor particular de este tipo está por debajo de un tercer umbral.
- 30 6. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende un elemento de almacenamiento de energía eléctrica (52) en el que el dispositivo (50) está adaptado para almacenar dicha energía eléctrica después de que se obtenga y antes de que se inyecte.
- 35 7. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el número colectivo de conductores de los que obtener o en los que inyectar energía eléctrica y que no están conectados a una fuente fuera de la red de suministro son tres y constituyen tres conductores de fase de corriente alterna diferentes en una instalación eléctrica trifásica.
- 40 8. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la unidad de obtención (61) y la unidad de limitación (60) están adaptadas para obtener e inyectar energía eléctrica de tal manera para también al menos reducir cualquier armónico en el conductor de fase eléctrico en el que se inyecta la energía eléctrica.
- 45 9. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la unidad de obtención (61) y la unidad de limitación (60) están adaptadas para obtener e inyectar energía eléctrica de tal manera para también corregir un factor de potencia inferior a 1 del conductor de fase eléctrico en el que se inyecta la energía eléctrica.
- 50 10. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde, en el caso de un fallo de alimentación eléctrica de cualquier conductor de fase eléctrico en el que está adaptado el dispositivo (50) de limitación para inyectar energía eléctrica, la unidad de limitación (60) está adaptada para inyectar dicha energía eléctrica obtenida en un conductor de fase eléctrico de este tipo.
- 55 11. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además una unidad de desconexión adaptada para desconectar al menos una carga conectada a cualquier conductor de fase eléctrico en el que está adaptado el dispositivo (50) de limitación para inyectar energía eléctrica si la energía eléctrica disponible para inyección no es suficiente para limitar la corriente eléctrica de una fuente (1) en cualquier conductor eléctrico de este tipo a un umbral de corriente eléctrica para esa corriente eléctrica de una fuente (1), o por debajo.
- 60
- 65

- 5
12. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la unidad de obtención (61) y la unidad de limitación (60) están adaptadas para respectivamente abstenerse de obtener e inyectar cualquier energía eléctrica cuando todas las corrientes eléctricas a limitar por el dispositivo (50) están por debajo del umbral de corriente eléctrica para cada corriente de este tipo.
- 10
13. Dispositivo (50) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que está adaptado para variar cualquier umbral de corriente eléctrica del dispositivo (50) con cualquiera de: tiempo y corrientes de conductor eléctrico, fijando dicho umbral más alto para picos de corriente de corta duración.
- 15
14. Método para limitar una corriente eléctrica, de una fuente (1) en un primer conductor de fase eléctrico de una instalación eléctrica, comprendiendo el método:
- medir la corriente eléctrica de la fuente (1) en el primer conductor de fase eléctrico,
  - limitar dicha corriente eléctrica de la fuente (1) cuando la corriente eléctrica medida de la fuente (1) alcanza un primer umbral,
- 20
- en donde el método comprende además:
- obtener energía eléctrica de un segundo conductor de fase eléctrico, y limitar dicha corriente eléctrica de la fuente (1) mediante:
    - la inyección de dicha energía eléctrica obtenida como una corriente eléctrica en el primer conductor de fase eléctrico, por lo que la corriente eléctrica inyectada constituye una sustitución para al menos una parte de la corriente eléctrica de la fuente (1), estando por tanto dicha corriente eléctrica de la fuente (1) limitada.

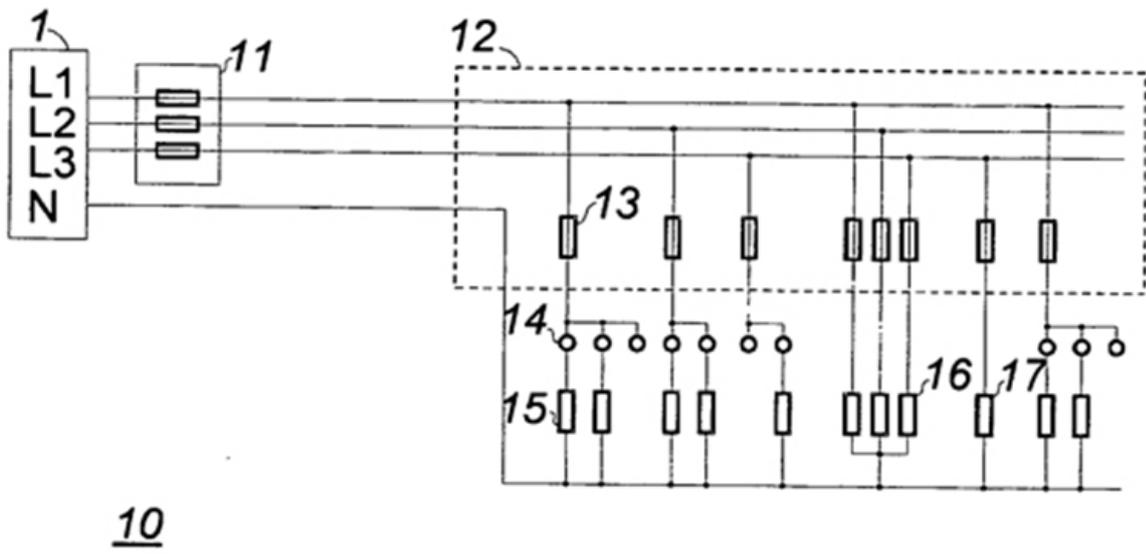


Fig. 1

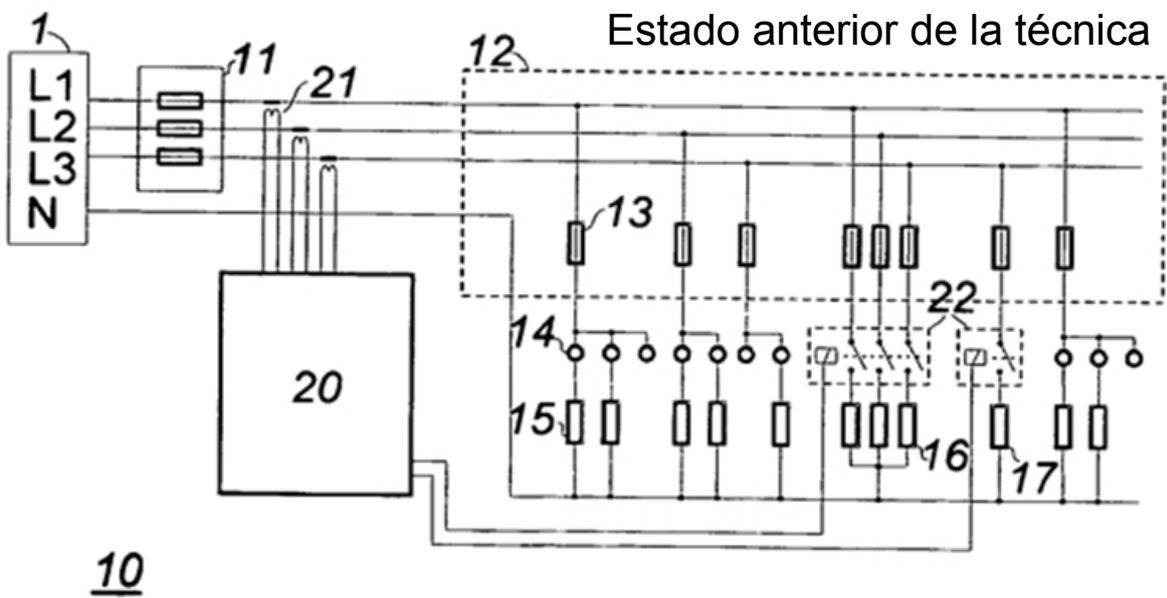


Fig. 2

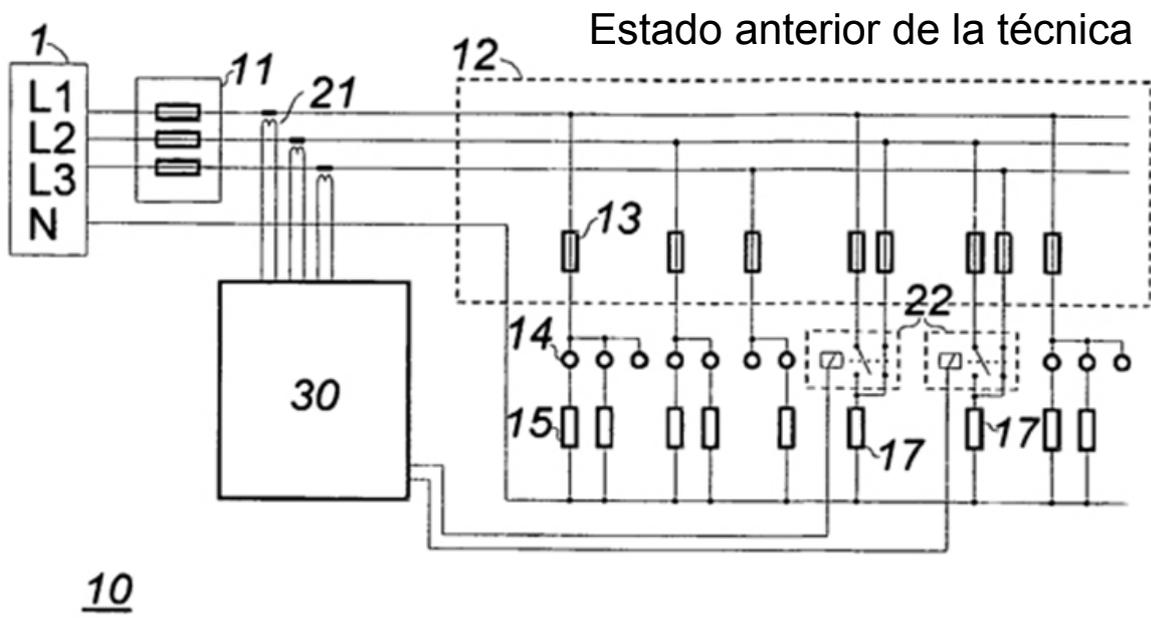


Fig. 3

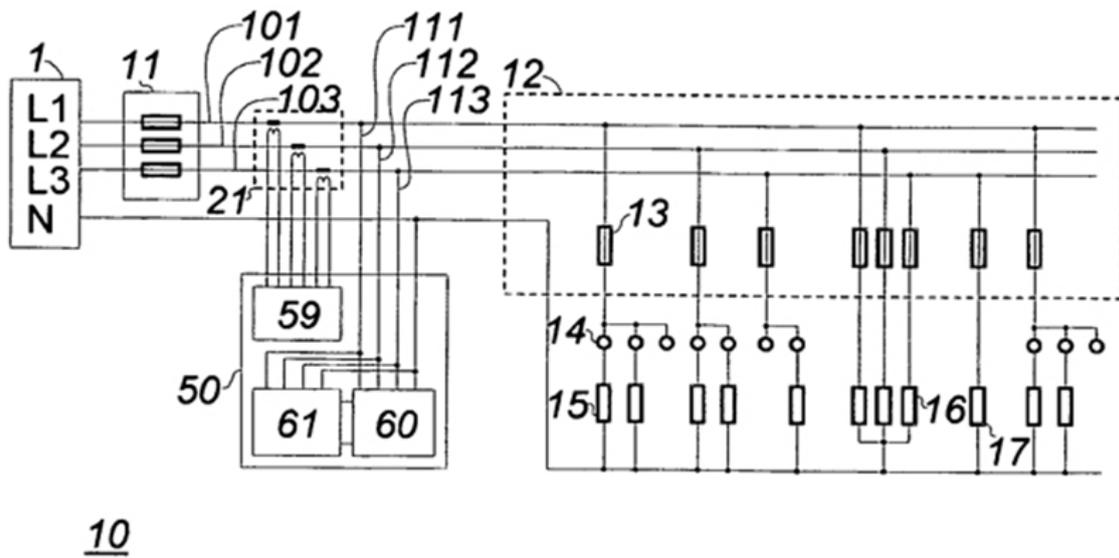


Fig. 4

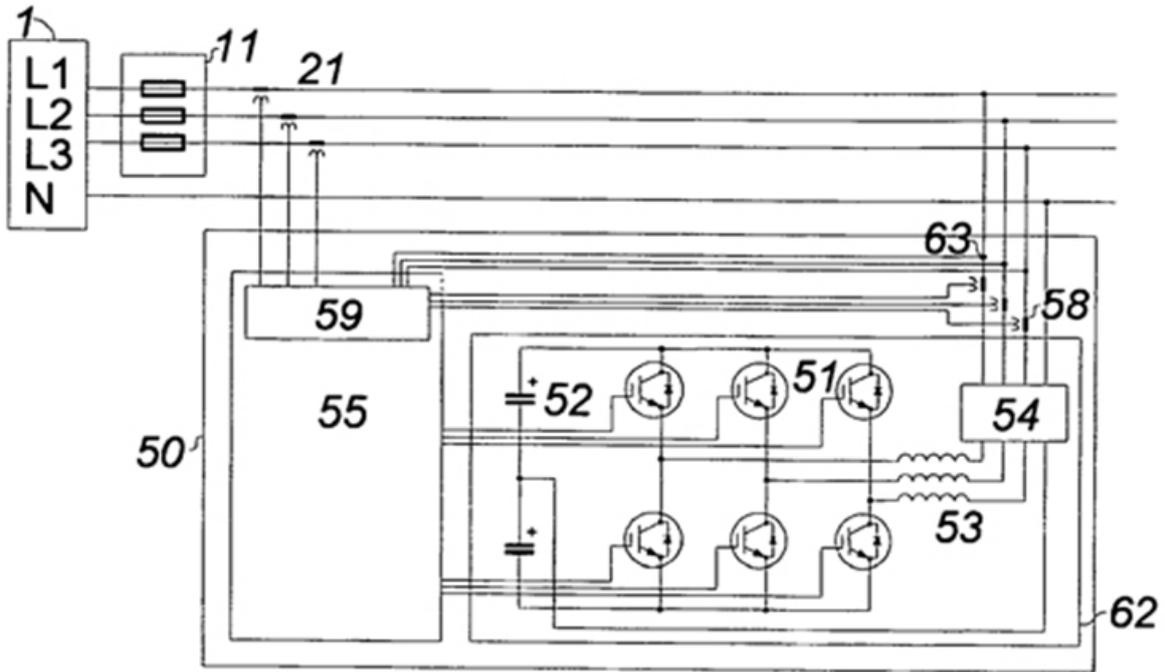


Fig. 5

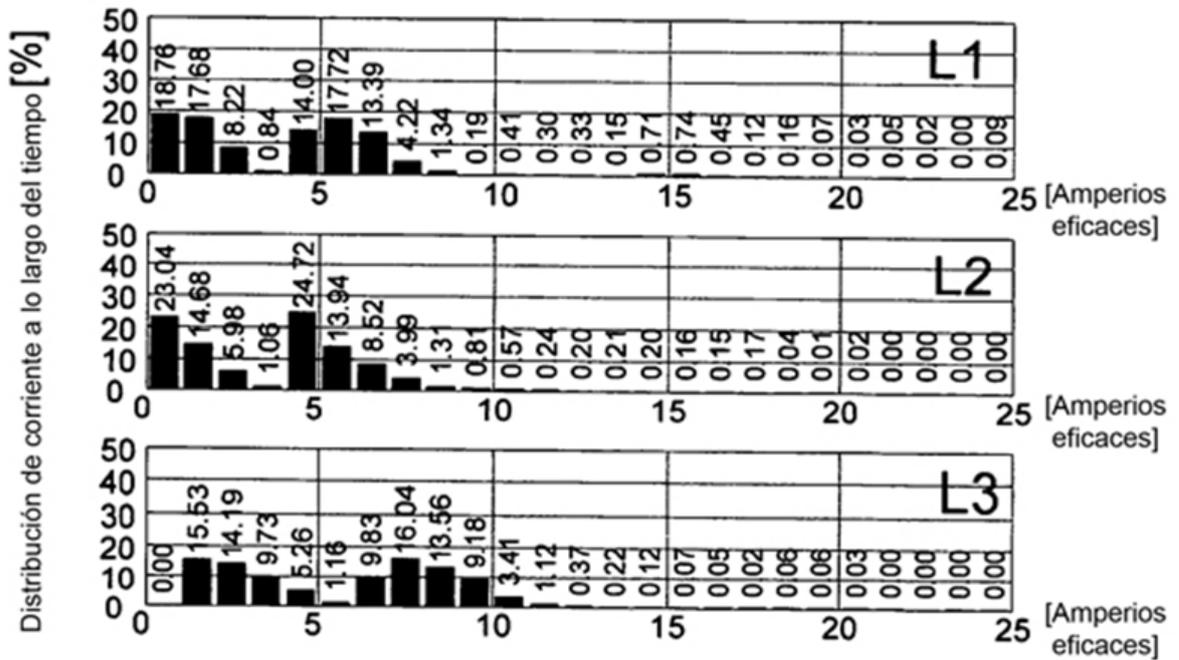


Fig. 6

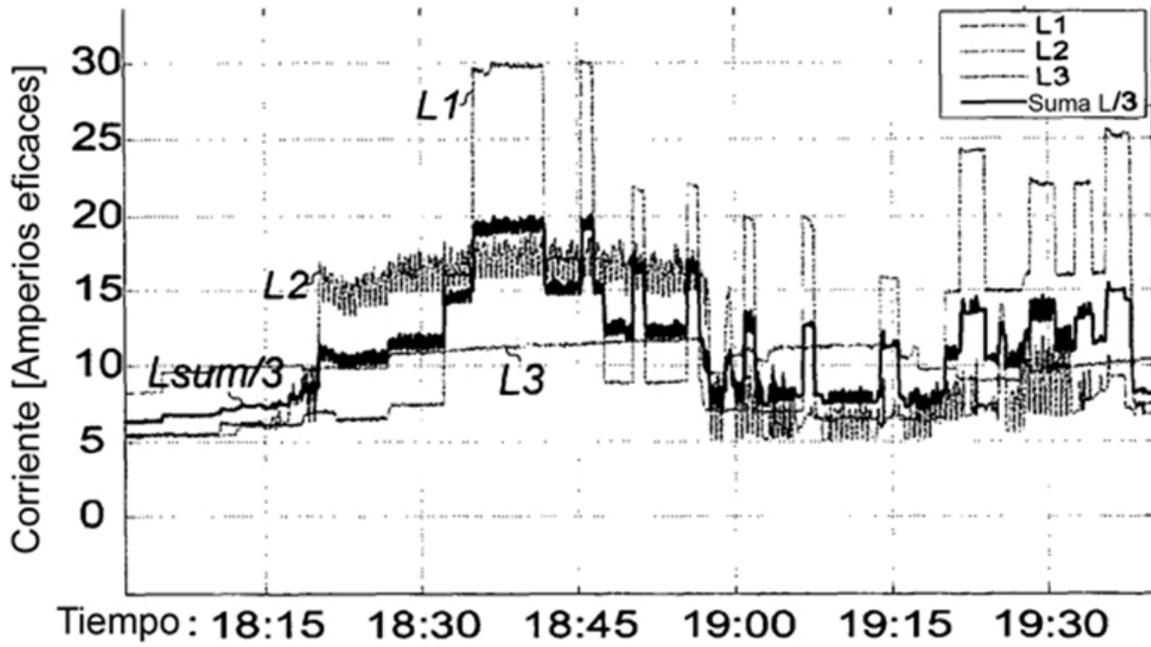


Fig. 7

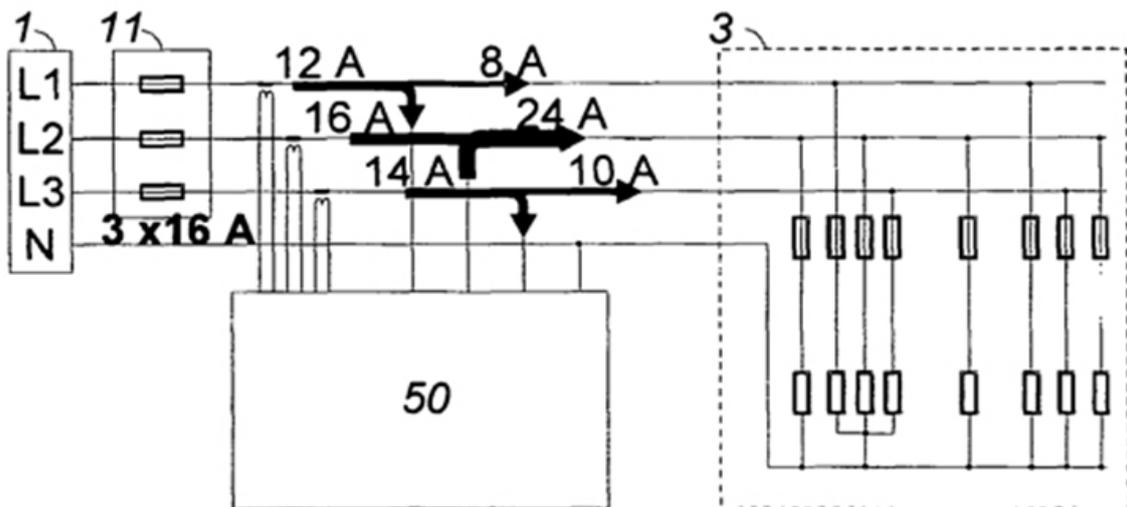


Fig. 8

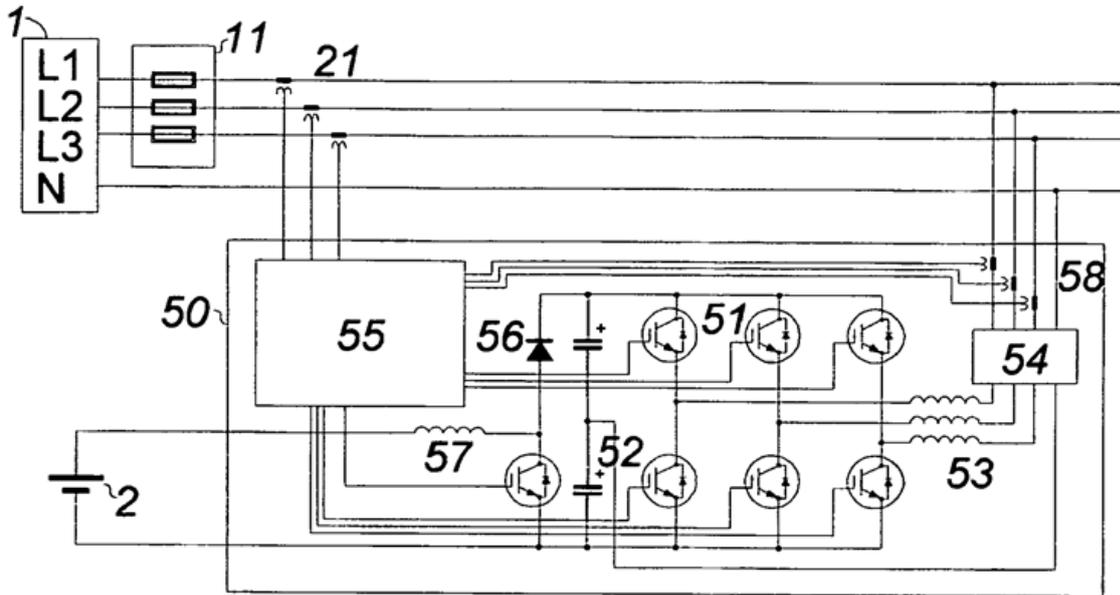


Fig. 9

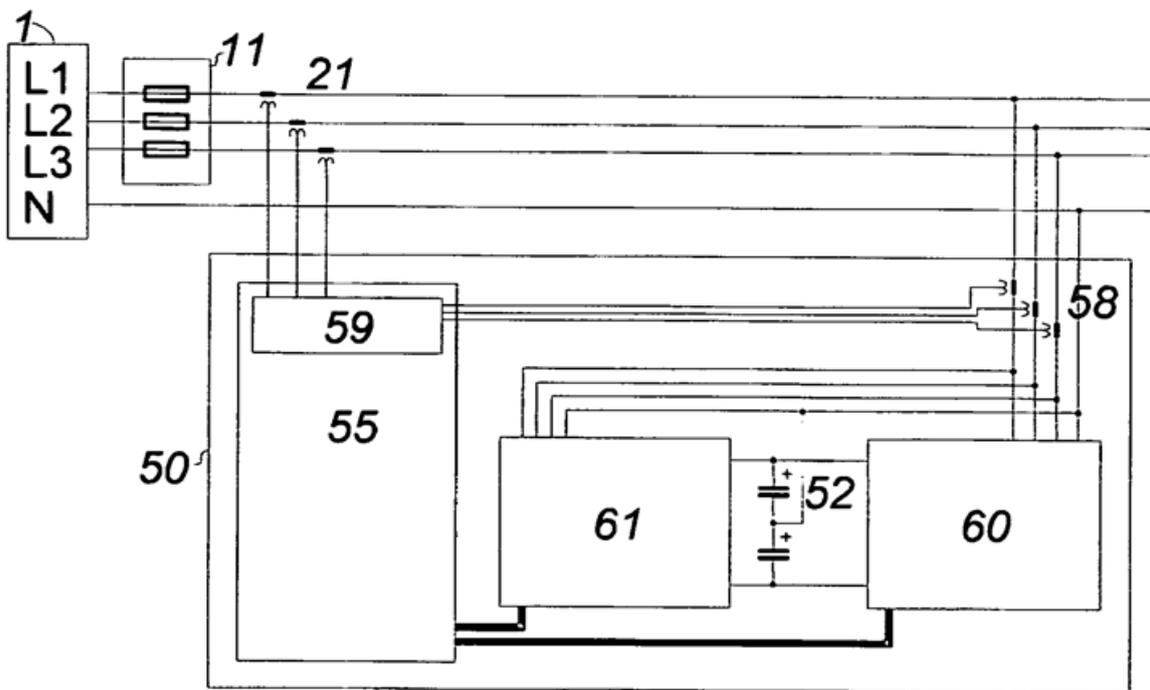


Fig. 10