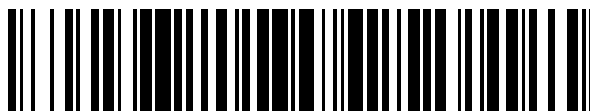


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 884**

51 Int. Cl.:

**H02H 3/093** (2006.01)

**H02H 7/22** (2006.01)

**H02H 3/087** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10726459 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2449642**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la protección de un conductor eléctrico con un elemento de conmutación controlable**

30 Prioridad:

**01.07.2009 DE 102009027387**

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

**23.02.2016**

73 Titular/es:

**LISA DRÄXLMAIER GMBH (100.0%)  
Landshuter Strasse 100  
84137 Vilsbiburg, DE**

72 Inventor/es:

**WORTBERG, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**BOTELLA REYNA, Antonio**

ES 2 560 884 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 y procedimiento para la protección de un conductor eléctrico con un elemento de conmutación controlable.

5

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para la protección de un conductor eléctrico con un elemento de conmutación controlable y en particular a un dispositivo y un procedimiento configurados de tal modo que un control inteligente del elemento de conmutación protege el conductor.

10

### Estado de la técnica

Los conductores eléctricos, por ejemplo, en un vehículo, se protegen usualmente mediante fusibles que están diseñados por lo general para una carga uniforme del conductor. Los conductores de un vehículo se protegen hasta el momento sobre todo mediante fusibles de fusión. Las cargas de impulso breves, caracterizadas por grandes picos de corriente, pueden acortar, sin embargo, la vida útil de un fusible, porque, aunque no representan un problema para el conductor eléctrico en determinadas circunstancias, pueden someter a esfuerzos al fusible, dado que las cargas de impulso se acercan más a las condiciones de disparo reales, de modo que las cargas de impulso recurrentes con mayor frecuencia reducen la vida útil del fusible. Si los fusibles se funden, por ejemplo, en un intervalo de 40 a 50 A, los picos de corriente repetidos provocan un desgaste y un envejecimiento del fusible en el intervalo superior a 30 A. Por consiguiente, los fusibles eléctricos se diseñan generalmente para corrientes superiores, lo que requiere también una adaptación del dimensionamiento del conductor eléctrico, dando lugar así a un mayor consumo de material y de recursos.

25

La figura 8 muestra la capacidad de corriente de un conductor y de un fusible de fusión en la longitud de impulso  $\Delta t$ . En la figura 8 están representadas varias curvas de una característica de corriente y tiempo para fusibles de fusión y conductores. La figura 8 muestra en particular un ejemplo de un conductor eléctrico con un diámetro de  $10 \text{ mm}^2$  al aumentar la temperatura en  $30^\circ\text{C}$  y al aumentar la temperatura en  $100^\circ\text{C}$ , así como una línea de fusión de un fusible eléctrico de 70 A y una línea de fusión del mismo fusible de fusión después de un millón de ciclos de uso. En el diagrama se puede observar que el conductor tiene una alta capacidad térmica, lo que no está presente, sin embargo, en caso de un fusible de fusión (véase corrientes altas en el eje x y longitud de impulso corta en el eje y). Por ejemplo, un impulso de corriente con una duración de 1000 s (aproximadamente la corriente continua) puede ser soportado por el conductor con una intensidad de corriente de 55 A, pero puede ser soportado por el fusible, sin embargo, con una intensidad de corriente de 100 A, debiéndose evitar un calentamiento a causa de un aumento de temperatura en más de  $30^\circ\text{C}$  para proteger el conductor.

30

35

Dado que las curvas características de un fusible y de un conductor no se pueden superponer, un fusible de fusión no puede proteger de manera óptima un conductor. En el ejemplo mostrado en la figura 8, el conductor está protegido en el intervalo  $t < 10 \text{ s}$ , pero en el intervalo  $t > 50 \text{ s}$  (carga uniforme), las corrientes de sobrecarga (cortocircuito de fuga, sobrecarga) pueden destruir el conductor eléctrico. Dado que las características del fusible de fusión y del conductor no están adaptadas, en el diseño de juegos de conductores se produce un sobredimensionamiento inherente de las secciones transversales de los conductores eléctricos y, por tanto, un aprovechamiento ineficiente de los recursos, por ejemplo, el cobre.

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

La figura 9 muestra un perfil de carga medido de un conductor en un vehículo. Como resultado de las fuertes fluctuaciones de la intensidad de corriente resulta evidente que un modelo térmico, que mide un valor de corriente determinado en el intervalo de tiempo para calcular una temperatura, proporciona sólo una exactitud insuficiente, si el perfil de carga es esencialmente constante, porque un aumento de temperatura en el conductor no depende sólo de un valor de corriente, sino sobre todo del tiempo en el que está presente el valor de corriente.

Sin embargo, como muestra la figura 9, la intensidad de corriente varía en gran medida en redes de a bordo modernas, porque en particular en automóviles, una gran cantidad de consumidores (cargas) completamente diferentes está conectada a la red de a bordo.

5 El documento WO2010/145757A1 es una solicitud de patente, publicada posteriormente, con el título "Procedimiento de control para el disparo de un interruptor de protección electrónico". En este caso se debe posibilitar con medios simples, en particular con una capacidad de almacenamiento y una potencia de cálculo mínimas, un procedimiento de control para el disparo de un interruptor de protección. Los valores de exploración de una señal de control se registran continuamente y se forma un primer valor acumulativo. En otra etapa de prueba se forma un segundo valor  
10 acumulativo mediante una cantidad predefinida de primeros valores acumulativos. Los valores acumulativos se comparan con un criterio de disparo y un sistema electrónico de disparo controla un electroimán para asumir diferentes estados de conmutación.

15 El documento EP0713279A1 describe un dispositivo que proporciona una protección y un procedimiento de medición en un sistema eléctrico de corriente alterna que utiliza una técnica de exploración multifuncional. Con el fin de obtener una forma de onda sinusoidal de una corriente alterna se toman varios valores de exploración por ciclo. Los valores de medición individuales se elevan al cuadrado y se suman. En caso de superarse un valor umbral se activa una rutina "trip". Diferentes contactos separables pueden ser activados por el mecanismo "trip" (mecanismo de disparo).

20 El documento WO2009/056903A1 describe un circuito de protección contra sobrecorriente con una entrada de corriente y una salida de corriente, así como con un interruptor y un sensor para monitorizar una corriente de carga. La corriente de carga se puede comparar, por ejemplo, con distintos valores umbrales, y el circuito se puede utilizar en un vehículo.

25 Resumen de la invención

La invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo y un procedimiento fiables para la protección de un conductor eléctrico, que se puedan adaptar fácilmente a las propiedades de un conductor eléctrico.

30 Este objetivo se consigue mediante un dispositivo para la protección de un conductor eléctrico con las características de la reivindicación 1, mediante una red de a bordo para el suministro de corriente a un vehículo con las características de la reivindicación 13, así como mediante un procedimiento para la protección de un conductor eléctrico con las características de la reivindicación 14. En las reivindicaciones secundarias se describen formas de  
35 realización ventajosas.

Según una forma de realización, el dispositivo para la protección de un conductor eléctrico comprende un elemento de conmutación controlable que está configurado para asumir al menos dos estados, específicamente un primer estado con una primera resistencia y un segundo estado con una segunda resistencia, menor que la primera  
40 resistencia. El dispositivo comprende también un dispositivo medidor de corriente para medir una corriente en el conductor, un dispositivo de promediación para determinar, sobre la base de la corriente medida, un primer impulso de corriente promediado en un primer tiempo de duración y un segundo impulso de corriente promediado en un segundo tiempo de duración, más largo que el primer tiempo de duración, y un control para controlar el elemento de conmutación, de modo que el elemento de conmutación se conmuta al primer estado, si el primer o el segundo  
45 impulso de corriente promediado supera un primer o un segundo valor umbral de una curva característica de disparo.

La utilización de al menos dos valores umbrales permite adaptar el dispositivo a la curva característica del conductor eléctrico. En particular, al promediarse impulsos de corriente en tiempos de distinta duración se puede detectar no  
50 sólo un cortocircuito fuerte, sino también un cortocircuito de fuga. Por tanto, el dispositivo representa un fusible inteligente que puede medir un espectro de carga y comparar impulsos de corriente promediados con valores de una curva característica de disparo que coincide aproximadamente con las propiedades termodinámicas del conductor.

Según una forma de realización ventajosa, el dispositivo de promediación está configurado para obtener la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el primer tiempo de duración como primer impulso de corriente y/o está configurado para obtener la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el  
55 segundo tiempo de duración como segundo impulso de corriente. Por tanto, al determinarse la media cuadrática en longitud de impulso, una cantidad de varios impulsos individuales de una longitud determinada se puede sustituir por un impulso de corriente promediado. Tal determinación de la media cuadrática representa una promediación

equivalente desde el punto de vista energético, es decir, el equivalente térmico de los impulsos de corriente individuales. Por consiguiente, el comportamiento de la temperatura en el conductor se puede medir indirectamente de manera fiable mediante la corriente.

5 Según una forma de realización ventajosa, el dispositivo comprende una memoria para almacenar el primer y el segundo valor umbral de la curva característica de disparo que indica en presencia de qué impulsos de corriente se ha de conmutar el elemento de conmutación. El dispositivo se puede adaptar así fácilmente a curvas características de otros conductores al poderse almacenar distintos valores umbrales para distintos conductores.

10 Según otra forma de realización, la memoria está configurada para almacenar al menos cuatro valores umbrales de la curva característica de disparo para cuatro décadas distintas de longitud de impulso de corriente. Esto permite cubrir un gran intervalo de longitudes de impulso, de modo que se pueden detectar de manera fiable sobrecargas para distintos tipos de cortocircuitos, cortocircuitos fuertes y cortocircuitos de fuga. Las cuatro décadas de longitudes de impulso de corriente se extienden preferentemente en un tiempo de duración de 0 s hasta 0,01 s; 0,1 s; 10 s o  
15 100 s.

Según otra forma de realización ventajosa, el elemento de conmutación controlable se puede conectar en serie al conductor eléctrico. Por tanto, el conductor eléctrico se puede proteger sólo mediante el elemento de conmutación controlable, sin la utilización de un fusible.

20 Según otra forma de realización ventajosa, el dispositivo comprende también un fusible eléctrico para la protección del conductor eléctrico. En particular, el fusible eléctrico y el elemento de conmutación controlable están configurados como circuito paralelo que se puede conectar en serie al conductor eléctrico. El elemento de conmutación puede asumir así partes de la carga de impulso y aliviar la carga del fusible eléctrico, por lo que en el  
25 dispositivo se pueden presentar cargas de impulso, aceptables por el conductor, sin dispararse el fusible.

Según otra forma de realización ventajosa, el fusible eléctrico está dispuesto en un primer ramal del circuito paralelo, que presenta una tercera resistencia, y el elemento de conmutación controlable está dispuesto en un segundo ramal del circuito paralelo, siendo la primera resistencia mayor que la tercera resistencia y siendo la segunda resistencia  
30 menor que la tercera resistencia, y estando configurado el elemento de conmutación para conmutarse al segundo estado en presencia de una condición de carga de impulso. Por tanto, en el dispositivo se pueden presentar cargas de impulso, aceptables por el conductor, sin dispararse el fusible.

Según otra forma de realización ventajosa, las condiciones de carga de impulso representan una superación de un  
35 valor umbral de carga de impulso del impulso de corriente promediado que circula a través del circuito paralelo. El elemento de conmutación se puede controlar entonces en dependencia de un valor umbral de carga de impulso determinado para proteger el fusible, si el conductor está diseñado para soportar el impulso de corriente.

Según otra forma de realización ventajosa, el elemento de conmutación controlable está configurado para conmutar  
40 del segundo estado al primer estado en una condición de sobrecarga. Por tanto, si se supera, por ejemplo, una intensidad de corriente determinada durante un tiempo determinado, que no puede ser soportada por el conductor, esta condición de sobrecarga provoca el disparo del fusible eléctrico.

Según otra forma de realización ventajosa, el elemento de conmutación controlable conmuta del segundo estado al  
45 primer estado, si no se alcanza un segundo valor umbral de carga de impulso del impulso de corriente que circula a través del circuito paralelo y que se promedia a continuación. El dispositivo puede retroceder así a un estado normal al ser soportada la corriente en gran parte o por completo por el fusible o al circular la misma a través del fusible.

Según otra forma de realización ventajosa, el dispositivo medidor de corriente está conectado en serie con el  
50 elemento de conmutación y/o con el fusible eléctrico para medir los impulsos de corriente. Esto permite obtener de manera fiable un perfil de carga de la corriente, circulante a través del conductor, y de los respectivos impulsos de corriente.

Según otra forma de realización, una red de a bordo para el suministro de corriente a un vehículo, en particular un  
55 automóvil, comprende los dispositivos descritos arriba.

Según otra forma de realización, un procedimiento para la protección de un conductor eléctrico comprende la medición de una corriente a través del conductor, la determinación, sobre la base de la corriente medida, de al menos un primer impulso de corriente promediado en un primer tiempo de duración y de un segundo impulso de

corriente promediado en un segundo tiempo de duración, más largo que el primer tiempo de duración, y la conmutación de un elemento de conmutación de un segundo estado a un primer estado, si el primer o el segundo impulso de corriente promediado supera un primer o un segundo valor umbral de una curva característica de disparo. El primer estado presenta una primera resistencia y el segundo estado presenta una segunda resistencia, 5 menor que la primera resistencia.

De esta manera, un conductor eléctrico se puede proteger con fiabilidad contra cortocircuitos fuertes o cortocircuitos de fuga.

10 Según una forma de realización ventajosa, los valores umbrales de la curva característica de disparo se seleccionan de modo que los mismos se sitúan en una curva característica del conductor o entre valores de la curva característica del conductor y una curva característica del espectro de carga que indica una distribución de corriente temporal en presencia de las corrientes máximas permisibles durante un funcionamiento normal de al menos una carga en el conductor. El procedimiento se puede adaptar así a la curva característica del conductor que se va a 15 utilizar.

Otras características ventajosas de la invención se dan a conocer en la descripción detallada de las formas de realización y en las reivindicaciones.

#### 20 Breve descripción de los dibujos

La invención se describe detalladamente a continuación por medio de los dibujos adjuntos. Muestran:

Figura 1 esquemáticamente, un dispositivo para la protección de un conductor eléctrico según una forma de 25 realización;

Figura 2 un ejemplo de una promediación de impulsos de corriente individuales en una ventana de tiempo;

Figura 3 un diagrama de flujo que muestra las etapas de un procedimiento para la protección de un conductor 30 eléctrico según otra forma de realización;

Figura 4 esquemáticamente, cómo se puede obtener una curva característica del espectro de carga;

Figura 5 una curva característica del espectro de carga, una curva característica del conductor y una curva 35 característica de disparo del dispositivo en el diagrama de corriente y tiempo;

Figura 6 esquemáticamente, un dispositivo para la protección de un conductor eléctrico con un circuito paralelo según una forma de realización;

40 Figuras 7A y 7B las funciones de los dispositivos mostrados en las figuras 1 y 6;

Figura 8 la capacidad de corriente de un conductor eléctrico y de un fusible de fusión en la longitud de impulso; y

Figura 9 un perfil de carga típico de una red de a bordo.

45

#### Descripción de la forma de realización preferida

A continuación se describen detalladamente formas de realización preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. En los distintos dibujos, los elementos iguales o correspondientes están identificados en cada 50 caso con los mismos números de referencia o números de referencia similares.

Las formas de realización preferidas de la invención, que se describen en detalle a continuación, se describen con referencia a un dispositivo para la protección de un conductor eléctrico en un vehículo. Se ha de señalar, no obstante, que la descripción siguiente contiene sólo ejemplos y no se deberá considerar como limitante de la 55 invención.

La figura 1 muestra esquemáticamente elementos de un dispositivo para la protección de un conductor eléctrico 105 que se puede utilizar, por ejemplo, en un vehículo. El dispositivo 100 comprende un elemento de conmutación controlable 110, un dispositivo medidor de corriente 120, un dispositivo de promediación 125 y un control 130. El

dispositivo de promediación 125 puede estar integrado también en el dispositivo medidor de corriente 120 o en el control 130.

5 Como se muestra en la figura 1, el elemento de conmutación controlable 110 está configurado de modo que puede asumir dos estados, específicamente un primer estado con una primera resistencia  $R_1$  y un segundo estado con una segunda resistencia  $R_2$ , menor que la primera resistencia.

10 Durante el funcionamiento normal del dispositivo 100, el elemento de conmutación controlable 110 se encuentra en el segundo estado, de modo que a través del elemento de conmutación 110 puede circular corriente sin o con una pequeña resistencia. Por ejemplo, la segunda resistencia  $R_2=R_{dson}=1 \Omega m$ , como en el ejemplo de la figura 7B con un semiconductor de potencia.

15 El elemento de conmutación controlable puede ser, por ejemplo, un semiconductor de potencia, en particular un MOSFET de potencia, como se describe en la solicitud de patente DE102007062955. En el caso de un MOSFET de potencia, el primer estado del elemento de conmutación controlable 110 corresponde a un MOSFET de potencia abierto, de modo que la resistencia eléctrica  $R_1$  es tan grande en el primer estado que se interrumpe prácticamente todo el flujo de corriente. En presencia de corrientes altas resulta adecuado un circuito paralelo, formado por varios dispositivos MOSFET de potencia, de modo que a través de un MOSFET de potencia respectivamente circulan sólo partes de la corriente circulante a través del conductor. Naturalmente, se pueden utilizar también otros transistores de efecto de campo, en vez de los transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET), que se pueden conmutar mediante tensiones de puerta bajas con retraso mínimo.

25 El dispositivo medidor de corriente 120 sirve para medir una corriente en el conductor 105. El dispositivo medidor de corriente puede medir la corriente de manera continua o en determinados intervalos de tiempo y transformarla, dado el caso, en una señal digital mediante un convertidor A/D.

30 El dispositivo de promediación 125 determina, mediante la utilización de la corriente medida, al menos un primer impulso de corriente que se promedia en un primer tiempo de duración, y un segundo impulso de corriente que se promedia en un segundo tiempo de duración. Los impulsos de corriente promediados se basan en una cantidad de impulsos de corriente individuales, medidos con el dispositivo medidor de corriente, en un intervalo de tiempo determinado, cuya duración define el tiempo de duración, por ejemplo, de 1 s. El segundo tiempo de duración es más largo que el primer tiempo de duración, por ejemplo, en un factor 10, de modo que en los diferentes tiempos de duración se pueden detectar diferentes longitudes de impulso. La promediación durante tiempos más largos es menos sensible a impulsos de corriente cortos, muy altos e individuales, pero es mejor para impulsos de corriente fuertes y más largos y para una secuencia de varios impulsos de corriente muy altos y cortos en la ventana de tiempo.

40 Mediante la promediación en distintas longitudes de pulso, descrita en detalle a continuación, se puede registrar un perfil de carga, mostrado en la figura 9, en un diagrama de corriente y tiempo que se mide con el dispositivo medidor de corriente 120, como muestra la figura 8. Esto permite realizar un análisis de un espectro de carga mediante una promediación en longitudes de impulso.

45 La figura 2 muestra cuatro impulsos de corriente individuales, medidos mediante el dispositivo medidor de corriente 120, con una anchura de  $250 \text{ ms}=dt$ . Una promediación de los cuatro impulsos de corriente individuales por medio del dispositivo de promediación 125 da como resultado un impulso de corriente promediado con una longitud  $\Delta t=n \times dt$  que corresponde a una década de 0 a 1 s (o en caso de formarse una media deslizante, también 0,25 s hasta 1,25 s, 0,5 hasta 1,5 s, etc.). La línea discontinua representa el impulso de corriente promediado y se puede desplazar respectivamente en 250 ms al formarse una media deslizante, tal como una ventana de tiempo con una anchura de 1 s, de modo que se puede implementar un alisamiento de 4 puntos del perfil de carga.

50 Resulta particularmente ventajosa la formación de la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el primer y el segundo tiempo de duración. Por tanto, el dispositivo de promediación 125 está configurado preferentemente como primer impulso de corriente para obtener la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el primer tiempo de duración, y como segundo impulso de corriente para obtener la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el segundo tiempo de duración. Tal promediación representa una promediación equivalente desde el punto de vista energético en longitudes de impulso, pudiéndose obtener la energía del impulso de corriente promediado mediante

$$W = I_1^2 \times R \times dt + I_2^2 \times R \times dt + \dots + I_n^2 \times R \times dt = I_E^2 \times R \times n \times dt,$$

donde  $I_x$  ( $x = 1, \dots, n$ ) es la intensidad de corriente de un impulso individual en un intervalo de tiempo determinado. Por tanto, una cantidad de  $n$  impulsos de corriente  $I_x$  de longitud  $dt$  se puede sustituir por un impulso de corriente promediado de longitud  $n \times dt$  con la intensidad de corriente  $I_E$ . En este caso,  $I_E$  se calcula a partir de la media cuadrática de los impulsos de corriente individuales  $I_x$  de la manera siguiente:

$$I_E = \sqrt{(I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2)} n$$

En la figura 2 se muestra con líneas discontinuas el valor  $I_E$  de los impulsos de corriente  $I_1, I_2, I_3, I_4$ , utilizados en el ejemplo mostrado en la figura 2, como impulso de corriente que se promedió en  $\Delta t$ .

Si  $I_E$  se identifica como primer impulso de corriente promediado, se puede determinar de manera similar un segundo impulso de corriente promediado, por ejemplo, de una década de 0 a 10 s. En este caso se podrían promediar, por ejemplo, 40 impulsos de corriente individuales con la longitud de 250 ms, preferentemente de manera cuadrática, o se podrían utilizar también 10 impulsos de corriente con la longitud  $dt=1$  s, siendo posible utilizar también 10 primeros impulsos de corriente promediados con  $\Delta t=1$  s o 40 primeros impulsos promediados (los 40 primeros impulsos de corriente promediados pueden ser respectivamente, por ejemplo, primeros impulsos de corriente desplazados en  $dt=250$  ms y obtenidos mediante la formación de una media deslizando, por lo que es posible una configuración en cascada de filtros).

En el ejemplo anterior se asume que  $dt=250$  ms. Sin embargo, se pueden utilizar tiempos de duración más largos o más cortos que van a depender sólo de los ajustes de una medición y de la conversión analógica-digital de los valores de corriente en el conductor.

El control 130 controla el elemento de conmutación 110, de modo que el elemento de conmutación 110 se conmuta al primer estado, si el primer o el segundo impulso de corriente promediado supera un primer o un segundo valor umbral de una curva característica de disparo.

Si se asume el ejemplo descrito arriba de que el primer impulso de corriente promediado se promedió en el tiempo de duración  $\Delta t=1$  s y el segundo impulso de corriente se promedió en el tiempo de duración  $\Delta t=10$  s, se utilizan dos valores umbrales, utilizándose el primer valor umbral en caso de una década de longitudes de impulso de corriente para  $\Delta t=1$  s y utilizándose el segundo valor umbral para otra década de longitudes de impulso, por ejemplo,  $\Delta t=10$  s (véanse los dos puntos en la figura 5). Estos valores umbrales son valores de una curva característica de disparo en una característica de corriente y tiempo, como se describe detalladamente, por ejemplo, con referencia a la figura 5.

Una curva característica de disparo se puede definir individualmente para cada conductor e indica para distintas longitudes de onda en presencia de qué valor umbral se debe conmutar el elemento de conmutación para proteger el conductor. Dicho de otra manera, esto significa que el dispositivo actúa como fusible y se dispara al abrirse un interruptor o el elemento de conmutación, de modo que se impide un flujo de corriente a través del conductor.

Los valores umbrales de la curva característica de disparo, que indica en presencia de qué impulsos de corriente se debe controlar o conmutar el elemento de conmutación, se almacenan, por ejemplo, en una memoria. Naturalmente, los valores umbrales se pueden predefinir también mediante un circuito integrado, resultando, sin embargo, más compleja una variación de los mismos.

Para cubrir un mayor intervalo con otras longitudes de impulso, la memoria puede estar configurada también para almacenar más de dos, por ejemplo, cuatro o seis valores umbrales de la curva característica de disparo para cuatro o seis décadas de longitudes de impulso de corriente. En este caso, las décadas de longitudes de impulso de corriente se extienden en un tiempo de duración de 0 s hasta 0,01 s; 0,1 s; 1 s; 10 s; 100 s y 1000 s.

En la figura 1, el dispositivo medidor de corriente 120 está conectado en paralelo al elemento de conmutación controlable 110 para medir la corriente a través del conductor 105. Sin embargo, el dispositivo medidor de corriente 120 puede estar conectado también en serie al elemento de conmutación controlable 110 para medir la corriente a través del conductor 105, sobre todo si la segunda resistencia  $R_2$  asume un valor próximo a  $0 \Omega$ . El resultado de la medición de corriente del dispositivo medidor de corriente 120 se envía después al dispositivo de promediación 125 y a continuación al control 130 que recibe los impulsos de corriente promediados y los compara con los valores umbrales correspondientes de la curva característica de disparo. En dependencia del tiempo de duración, en el que

estos se promediaron, se pueden definir distintos valores umbrales, como se describe en detalle más adelante con referencia a la figura 5.

5 El dispositivo medidor de corriente puede medir la corriente también en distintos intervalos, de manera continua o periódica y es posible determinar el promedio también en el dispositivo medidor de corriente o el control, por lo que el dispositivo de promediación puede estar integrado en dichas unidades.

10 La figura 3 muestra un diagrama de flujo con las etapas de un procedimiento para la protección de un conductor eléctrico, en particular en un vehículo, según otra forma de realización. En una primera etapa S310 se mide una corriente a través del conductor. A continuación, en la etapa S320 se determina mediante promediación un primer impulso de corriente a través del conductor, que se promedia en un primer tiempo de duración. Se determina también un segundo impulso de corriente que se promedia en un segundo tiempo de duración, más largo que el primer tiempo de duración, y con preferencia 10 veces aproximadamente tan largo como el primer tiempo de duración, es decir, que representa otra década de longitudes de impulso de corriente.

15 En una tercera etapa S330, el elemento de conmutación 110 se conmuta de un segundo estado a un primer estado, si el primer o el segundo impulso de corriente promediado supera un primer o un segundo valor umbral. El control 130 está configurado en particular para obtener los impulsos de corriente determinados del dispositivo medidor de corriente 120 y compararlos con valores umbrales, almacenados, por ejemplo en una memoria, de una curva característica de disparo seleccionada para el conductor que se va a proteger.

20 Los valores umbrales de la curva característica de disparo y en particular la propia curva característica de disparo se pueden seleccionar de modo que queden situadas en una curva característica del conductor, que se va a proteger, o entre la curva característica del conductor y una curva característica del espectro de carga. La curva característica del espectro de carga indica una distribución de corriente temporal en presencia de las corrientes máximas permisibles durante un funcionamiento normal de al menos una carga en el conductor y se describe más detalladamente a continuación con referencia a la figura 4.

30 La figura 4 muestra cómo se puede obtener una curva característica del espectro de carga para una o varias cargas, aplicadas, por ejemplo, en un conductor de red de a bordo de un vehículo. En la figura 4 está representado esquemáticamente el conductor 105 de la figura 5, a través del que circula la corriente de carga, por ejemplo, una corriente de carga mostrada en el perfil de corriente de carga de la figura 9.

35 Para obtener la curva característica del espectro de carga, el desarrollo de la carga se mide o se determina experimentalmente o mediante simulación teórica en el intervalo de tiempo  $I(t)$  con las corrientes máximas permisibles que se pueden presentar en un funcionamiento normal que se debe proteger (véase, por ejemplo, figura 9). El desarrollo temporal de la corriente de carga se somete a una promediación cuadrática deslizando en 0,01 s, 0,1 s, 1 s, 10 s, 100 s y 1000 s. En este caso, como muestra la figura 1, se puede medir la corriente en el conductor 105 y someterla a una conversión analógica-digital, y a continuación se puede realizar una promediación cuadrática por medio de filtros paso bajo. El valor máximo de cada filtro de década se registra en el diagrama  $I(\Delta t)$  mostrado en la figura 4, de modo que se obtiene un desarrollo de carga en el peor caso (worst case) del espectro de carga. Para obtener la curva característica mostrada en la figura 4 se forman valores promedios deslizantes en el perfil de carga para distintas ventanas de tiempo 0,01 s, 0,1 s, 1 s, 10 s, etc., y para cada ventana de tiempo se selecciona el valor promedio máximo. Dicho con otras palabras, el perfil de carga se alisa en distintos grados con ventanas de tiempo de diferente tamaño y como valor máximo se selecciona para cada ventana el valor máximo del perfil de carga alisado.

50 En la figura 4 se ejecuta una promediación cuadrática para seis décadas distintas de longitudes de impulso de corriente. Como se describe con referencia a la figura 2, se pueden obtener impulsos de corriente promediados con la longitud  $n \times dt$  con la intensidad de corriente  $I_E$  mediante la formación de la media cuadrática de impulsos de corriente individuales  $I_x$ . El tiempo de duración se diferencia aquí para las distintas décadas de longitudes de impulso de corriente, como se describió arriba para 1 s y 10 s. Por cada década de longitudes de impulso de corriente se obtienen preferentemente varios impulsos de corriente promediados mediante la formación de una media deslizando en el desarrollo temporal de la corriente de carga.

55 En la década de longitudes de impulso de corriente respecto a 1 s, una ventana de tiempo con la longitud 1 s se puede desplazar, por ejemplo, en 250 ms, como se explicó arriba, para cada medición en el conductor 105, que tiene lugar cada 250 ms. Esto se puede ejecutar durante varios segundos o minutos, de modo que es posible obtener distintos impulsos de corriente promediados para esta década, registrándose el valor máximo del filtro para



la década 1 s en el diagrama  $I(\Delta t)$ , en este caso 50 A. El mismo principio se puede aplicar a las demás décadas de longitudes de impulso de corriente, por lo que es posible obtener una distribución de corriente temporal en presencia de las corrientes máximas permisibles durante un funcionamiento normal como curva característica del espectro de carga mediante una combinación de los valores máximos o una extrapolación de los valores máximos.

5

En el ejemplo mostrado en la figura 4, una curva característica del espectro de carga se define mediante la determinación de medias cuadráticas deslizantes en seis décadas de longitudes de impulso de corriente. En dependencia de las cargas conectadas a un conductor puede ser suficiente utilizar menos de seis décadas de longitudes de impulso de corriente o también más de seis décadas de longitudes de impulso de corriente, pudiéndose utilizar también otras promediaciones, diferentes a la promediación cuadrática.

10

La curva característica del espectro de carga, registrada en un diagrama  $I(\Delta t)$ , se puede utilizar entonces para seleccionar un conductor que pueda soportar los impulsos de corriente máximos, promediados en los distintos tiempos descritos arriba, sin producirse cortocircuitos fuertes o cortocircuitos de fuga, sin someterse el conductor de otra manera a fuertes cargas y sin reducirse su vida útil. La figura 5 muestra un conductor para calentamientos a 30°C y 100°C. Este conductor se encuentra situado en el diagrama a la derecha de la curva característica del espectro de carga, lo que significa que las corrientes máximas de la curva característica del espectro de carga no pueden dañar el conductor, porque el mismo está diseñado para corrientes más altas.

15

Para la protección del conductor se define ahora una curva característica de disparo que está situada al menos parcialmente entre la curva característica del conductor y la curva característica del espectro de carga y puede estar situada también parcialmente en la curva característica del conductor eléctrico que se va a proteger. Los dos puntos, mostrados en la curva característica de disparo en la figura 5, son ejemplos de un primer y un segundo valor umbral que se describieron con referencia a la figura 1.

20

En resumen, un valor promedio se determina mediante la promediación cuadrática para todas las décadas de longitudes de impulso de corriente para un desarrollo de carga máximo en el peor caso con el fin de definir la curva característica del espectro de carga. A continuación se determina un conductor con una sección transversal segura, por ejemplo, 4 mm<sup>2</sup>, a la derecha en el diagrama de la figura 5 y después se define una curva característica de disparo al menos parcialmente entre la curva característica del conductor y la curva característica del espectro de carga. Durante el funcionamiento de las cargas, por ejemplo, un funcionamiento normal de un vehículo, se miden impulsos de corriente promediados y se comparan con los valores máximos de las décadas que representan la curva característica del espectro de carga, y si un impulso de corriente, promediado en un tiempo de duración determinado, es mayor que el valor umbral, asignado a este tiempo de duración, de la curva característica del espectro de carga, se abre el elemento de conmutación y se interrumpe el conductor.

25

Por tanto, se puede implementar un fusible inteligente con curva característica de disparo adaptada, como muestra la figura 5. Por ejemplo, un fusible de fusión Midi de 60 A en caso de cortocircuitos de fuga no podría proteger el conductor mostrado en la figura 5 y el conductor fallaría antes de dispararse el fusible. La curva característica de disparo está diseñada de modo que el elemento de conmutación se conmuta y protege así el conductor al superarse el valor de 150 A para longitudes de impulso cortas entre 0,01 y 1 s y al superarse el valor de 50 A para longitudes de impulso largas entre 100 s y 10000 s.

30

La figura 1 muestra el elemento de conmutación controlable 110 conectado en serie con el conductor eléctrico. En otra forma de realización, el dispositivo puede comprender también un fusible para proteger el conductor eléctrico, por ejemplo, un fusible eléctrico, tal como un fusible de fusión o fusible PTC. Tal dispositivo con fusible está representado en la figura 6. El dispositivo 600 de la figura 6 comprende un elemento de conmutación controlable 610, que corresponde en gran medida al elemento de conmutación 110 de la figura 1, y un fusible eléctrico 640, así como un dispositivo medidor de corriente 620, un dispositivo de promediación 625 y un control 630 conectado a una memoria 650, que corresponden en gran medida a las unidades descritas en la figura 1. La memoria 650 se puede prever también en el control 630. El elemento de conmutación controlable 610 y el fusible eléctrico 640 están configurados como circuito paralelo, estando conectado el circuito paralelo en serie con el conductor eléctrico 605.

35

En particular, el fusible eléctrico 640 está dispuesto en un primer ramal del circuito paralelo, que presenta una tercera resistencia  $R_3$ , y el elemento de conmutación controlable 610 está dispuesto en un segundo ramal del circuito paralelo. La primera resistencia  $R_1$  en el elemento de conmutación 610 es mayor que la tercera resistencia y la segunda resistencia en el elemento de conmutación es menor que la tercera resistencia. El elemento de conmutación se puede conmutar de modo que se conmuta al segundo estado en presencia de una condición de carga de impulso, por lo que se alivia la carga del fusible 640. Por condición de carga de impulso se entiende aquí

40

45

50

55

un impulso de corriente que sería demasiado grande para el fusible, provocando el disparo del mismo, pero que podría ser soportado por el propio conductor. Por consiguiente, la condición de carga de impulso no representa una sobrecarga del conductor.

5 Durante el funcionamiento normal del dispositivo 600 de la figura 6, el elemento de conmutación 610 está conmutado de modo que el elemento de conmutación asume la primera resistencia  $R_1$ . Por ejemplo, el elemento de conmutación puede ser un interruptor, correspondiendo la resistencia  $R_1$  a un estado abierto, es decir, una resistencia infinita, y correspondiendo la resistencia  $R_2$  a un estado cerrado, es decir, una resistencia muy pequeña. Por tanto, la corriente eléctrica del conductor eléctrico 605 circula a través del fusible 640 durante el funcionamiento  
10 normal.

Una condición de carga de impulso está presente, por ejemplo, cuando una corriente circulante a través del circuito paralelo o un impulso de corriente promediado, resultante de esto, supera un valor umbral de la carga de impulso. Este impulso de corriente puede provocar el disparo del fusible, por ejemplo, la fusión, pero no será peligroso para el  
15 conductor, porque los fusibles y conductores presentan propiedades diferentes, lo que ya se analizó con referencia a la figura 8. Por tanto, en el caso de la presente condición de carga de impulso, el elemento de conmutación 610 se puede conmutar al segundo estado, en el que la resistencia eléctrica  $R_2$  es menor que la resistencia eléctrica  $R_3$  del fusible eléctrico. Esto se lleva a cabo mediante la conexión de un interruptor. En el segundo estado del elemento de conmutación controlable 610, la parte principal de la corriente eléctrica circula, debido a que  $R_2 < R_3$ , a través del  
20 conductor eléctrico en el ramal del elemento de conmutación 610 y sólo una pequeña parte de la corriente eléctrica circula a través del fusible eléctrico, lo que alivia su carga en presencia de una condición de carga de impulso. Con otras palabras, el elemento de conmutación controlable 610, preferentemente un MOSFET de potencia, puede asumir la mayor parte de esta carga de corriente en caso de un impulso de corriente.

25 El dispositivo 600 puede retornar también al modo operativo normal. Por ejemplo, el elemento de conmutación puede estar configurado para conmutar del segundo estado al primer estado, si no se supera otro valor umbral de la carga de impulso de la corriente circulante a través del circuito paralelo.

El elemento de conmutación 610 puede estar configurado también para conmutar del segundo estado al primer  
30 estado en caso de una condición de sobrecarga, de modo que el fusible eléctrico se puede fundir o quemar. A diferencia de la condición de carga de impulso mencionada arriba para el fusible eléctrico, en particular para corrientes fuertes de corta duración, la condición de sobrecarga es una condición de carga de impulso para un determinado tiempo de duración, es decir, la condición de sobrecarga del conductor eléctrico 605 está presente cuando en general una corriente eléctrica alta determinada circula a través del conductor eléctrico 605 durante un  
35 tiempo demasiado largo. Dado que la curva característica de disparo se define teniendo en cuenta los impulsos de corriente soportables por el conductor y en particular sus tiempos de duración, la curva característica de disparo se puede utilizar para decidir si está presente una condición de sobrecarga. La curva característica de disparo o valores umbrales individuales para distintas décadas de carga de impulso de corriente se pueden almacenar en la memoria  
40 650.

45 El dispositivo 100 o el dispositivo 600 se puede utilizar preferentemente en una red de a bordo de un vehículo, en particular un automóvil, para proteger un conductor eléctrico. La protección del conductor eléctrico en la red de a bordo de un vehículo puede tener lugar en el plano de carga (plano SRB) o en el plano de distribuidor principal (plano Vosido).

50 El dispositivo 600 para la protección de un conductor eléctrico 605 presenta otras ventajas en comparación con una protección mediante sólo un MOSFET de potencia sin fusible de fusión paralelo, por ejemplo, si en caso de un cortocircuito fuerte, el MOSFET de potencia (u otro semiconductor de potencia) separa la conexión, se induce una alta tensión que puede destruir el MOSFET de potencia. Esta energía se tendría que disipar en un diodo supresor adicional. En el dispositivo 600, el fusible, por ejemplo, el fusible de fusión, absorbe la energía, por ejemplo, al fundirse el material del fusible. El MOSFET de potencia (elemento de conmutación) se protege así contra tensiones inducidas mediante el fusible de fusión al dispararse.

A continuación se describe el funcionamiento de los dispositivos 100 y 600 con referencia a las figuras 7A y 7B.

55 En la figura 7A se describe el funcionamiento del dispositivo 600, estando configurado el elemento de conmutación controlable 610 como semiconductor de potencia con una resistencia  $R_2 = 1 \text{ m}\Omega$  y una resistencia  $R_1$  aproximadamente infinita. Por consiguiente, al cerrarse el semiconductor de potencia (MOSFET de potencia), la parte principal de la corriente eléctrica del conductor eléctrico circula a través del semiconductor de potencia y se

alivia la carga del fusible de fusión. Por otro lado, el semiconductor de potencia T1, al abrirse su puerta, presenta una resistencia eléctrica alta tal  $R_1$  que prácticamente la mayoría de la corriente eléctrica del conductor eléctrico pasa a través del fusible 640. Durante el funcionamiento se determinan siempre valores de una curva característica del espectro de carga del funcionamiento (no confundir con la curva característica del espectro de carga máxima predeterminada que se describe arriba) mediante el dispositivo medidor de corriente 620 y el dispositivo de promediación 625. Estos valores representan impulsos de corriente a través del conductor, que se promedian en distintos tiempos de duración, por ejemplo, las décadas mostradas en la figura 7A.

El control 630, que puede estar configurado como microcontrolador, compara a continuación los impulsos de corriente promediados medidos de la curva característica del espectro de carga con valores de la curva característica de disparo almacenada predeterminada, y si los impulsos de corriente determinados de los filtros de década están situados por encima de los valores de la curva característica de disparo, el fusible se dispara, es decir, el semiconductor de potencia se abre y el fusible de fusión se somete a una corriente alta que puede fundirlo normalmente. Por tanto, la curva característica de disparo constituye en general un criterio para la interrupción del conductor.

En la figura 7A, el semiconductor de potencia se abre, por ejemplo, en caso de impulsos de corriente superiores a 200 A y un tiempo de duración de 1 s. En particular, el semiconductor de potencia se abre para todos los impulsos de corriente, situados en la curva característica medida del espectro de carga, o impulsos más fuertes que son más cortos que 1 s, como se indica con la flecha en la figura 7A.

En la figura 7B se describe el funcionamiento del dispositivo 100, en el que el elemento de conmutación está configurado también como semiconductor de potencia. En este caso también, al igual que en la figura 7A, se miden durante el funcionamiento de las cargas distintos impulsos de corriente promediados y se comparan con valores de la curva característica de disparo. El criterio de disparo para conmutar el semiconductor de potencia es el mismo en la figura 7B que en la figura 7A.

En caso de utilizarse en una red de a bordo de un vehículo, el dispositivo 600 tiene la ventaja respecto al dispositivo 100 de que el semiconductor de potencia no ha de estar conectado, si el vehículo se encuentra detenido, porque las corrientes pequeñas pueden circular a través del fusible que representa un fusible pequeño, dimensionado para cargas uniformes.

Como se muestra arriba, la determinación de la curva característica máxima del espectro de carga permite entonces la descripción de energía completa de una o varias cargas con sólo una pequeña cantidad de valores, por ejemplo, seis valores, que representan los puntos de apoyo de las décadas. Los espectros de carga forman aquí la base para el diseño óptimo de conductores y fusibles, lo que resulta ventajoso, porque las cargas de impulso no se pueden describir por medio de corrientes nominales que se utilizaban en el diseño anterior de juegos de cable en el intervalo de tiempo y no en el intervalo espectral de las longitudes de impulso. Adicionalmente, mediante un análisis del espectro de carga, una variación lenta del perfil de carga puede indicar procesos de envejecimiento. Por ejemplo, se puede detectar así un agarrotamiento de un cojinete en un motor de ventilador y se pueden aplicar a tiempo bits de diagnóstico.

Asimismo, la invención se describió con referencia a determinados ejemplos que deben servir, sin embargo, sólo para una mejor comprensión de la invención y no deben limitarla. El técnico va a observar de inmediato que se pueden utilizar muchas combinaciones distintas de los elementos para la realización de la presente invención. Por consiguiente, el alcance real de la invención está caracterizado por las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para la protección de un conductor eléctrico (105, 605) en una red de a bordo de un vehículo, que comprende:
- 5 un elemento de conmutación controlable (110, 610) que comprende un semiconductor de potencia y está configurado para asumir al menos dos estados, un primer estado con una primera resistencia y un segundo estado con una segunda resistencia, menor que la primera resistencia,
- 10 un dispositivo medidor de corriente (120, 620) para medir una corriente en el conductor,
- caracterizado porque** comprende también:
- un dispositivo de promediación (125, 625) para determinar, sobre la base de la corriente medida, al menos un primer
- 15 impulso de corriente promediado en un primer tiempo de duración y un segundo impulso de corriente promediado en un segundo tiempo de duración, más largo que el primer tiempo de duración, de modo que mediante los diferentes tiempos de duración se detectan diferentes longitudes de impulso, y
- un control (130, 630) para controlar el elemento de conmutación, de modo que el elemento de conmutación se
- 20 conmuta al primer estado, si el primer o el segundo impulso de corriente promediado supera un primer o un segundo valor umbral.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de promediación (125, 625) está configurado para obtener la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el primer tiempo de
- 25 duración como primer impulso de corriente y/o está configurado para obtener la media cuadrática de varios impulsos de corriente individuales en el segundo tiempo de duración como segundo impulso de corriente.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, que comprende una memoria (650) para almacenar el primer y el segundo valor umbral de una curva característica de disparo que indica en presencia de qué impulsos de
- 30 corriente se ha de activar el elemento de conmutación.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la memoria (650) está configurada para almacenar al menos cuatro valores umbrales de la curva característica de disparo para cuatro décadas distintas de longitudes de impulso de corriente, extendiéndose las cuatro décadas de longitudes de impulso de corriente preferentemente en
- 35 un tiempo de duración de 0 s hasta 0,01 s; 0,1 s; 10 s o 100 s.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la curva característica de disparo corresponde al menos parcialmente a la curva característica del conductor eléctrico que se va a proteger.
- 40 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el elemento de conmutación controlable se puede conectar en serie al conductor eléctrico (105, 605).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende también un fusible eléctrico (640) para la protección del conductor eléctrico.
- 45 8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el que el elemento de conmutación controlable (610) y el fusible eléctrico (640) están configurados como circuito paralelo, y el circuito paralelo se puede conectar en serie al conductor eléctrico.
- 50 9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que el fusible eléctrico (640) está dispuesto en un primer ramal del circuito paralelo, que presenta una tercera resistencia, y el elemento de conmutación controlable (610) está dispuesto en un segundo ramal del circuito paralelo, siendo la primera resistencia mayor que la tercera resistencia y siendo la segunda resistencia menor que la tercera resistencia y estando configurado el elemento de conmutación para conmutarse al segundo estado en presencia de una condición de carga de impulso o para
- 55 permanecer en el segundo estado, representado la condición de carga de impulso preferentemente una superación de un valor umbral de carga de impulso del impulso de corriente promediado que circula a través del circuito paralelo.
10. Dispositivo según la reivindicación 9, en el que el elemento de conmutación controlable está

configurado para conmutarse del segundo estado al primer estado en presencia de una condición de sobrecarga.

11. Dispositivo según la reivindicación 9, en el que el elemento de conmutación controlable (610) está configurado para conmutarse del segundo estado al primer estado, si no se alcanza un segundo valor umbral de carga de impulso del impulso de corriente promediado que circula a través del circuito paralelo.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el dispositivo medidor de corriente (120, 620) está conectado en serie con el elemento de conmutación y/o con el fusible eléctrico para medir los impulsos de corriente.

10

13. Red de a bordo para el suministro de corriente a un vehículo con un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12.

14. Procedimiento para la protección de un conductor eléctrico en una red de a bordo de un vehículo, que comprende las etapas:

medir una corriente a través del conductor,

determinar, sobre la base de la corriente medida, al menos un primer impulso de corriente promediado en un primer tiempo de duración y un segundo impulso de corriente promediado en un segundo tiempo de duración, más largo que el primer tiempo de duración, de modo que mediante los diferentes tiempos de duración se pueden detectar diferentes longitudes de impulso, y

20 conmutar un elemento de conmutación, que comprende un semiconductor de potencia, de un segundo estado a un primer estado, si el primer o el segundo impulso de corriente promediado supera un primer o un segundo valor umbral,

25 presentando el primer estado una primera resistencia y presentando el segundo estado una segunda resistencia, menor que la primera resistencia.

15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que los valores umbrales de una curva característica de disparo se seleccionan de modo que estos se sitúan en una curva característica del conductor o entre valores de la curva característica y una curva característica del espectro de carga que indica una distribución de corriente temporal en presencia de las corrientes máximas permisibles durante un funcionamiento normal de al menos una carga en el conductor.

30

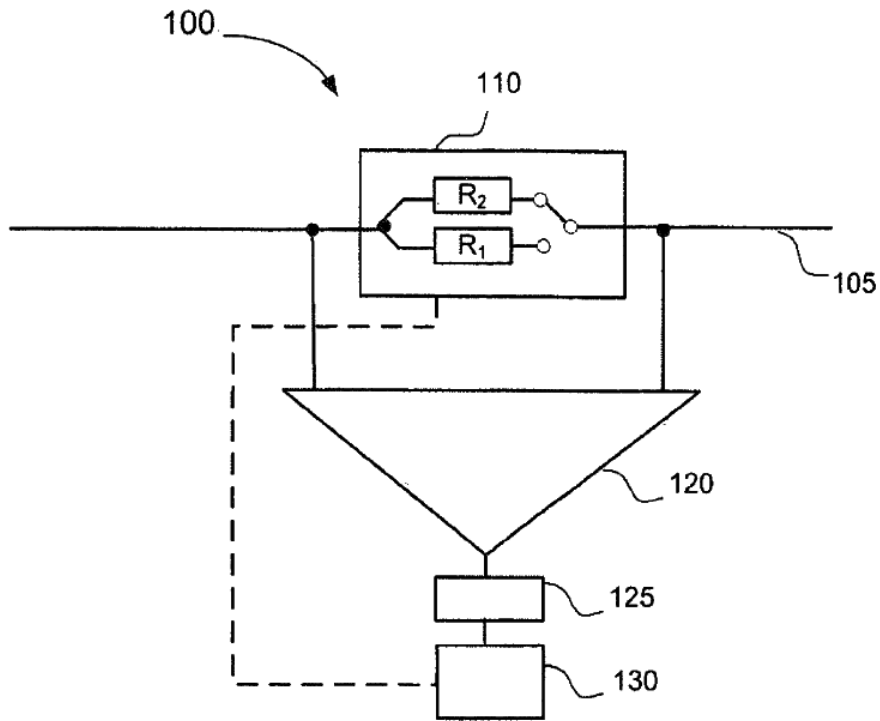


Fig. 1

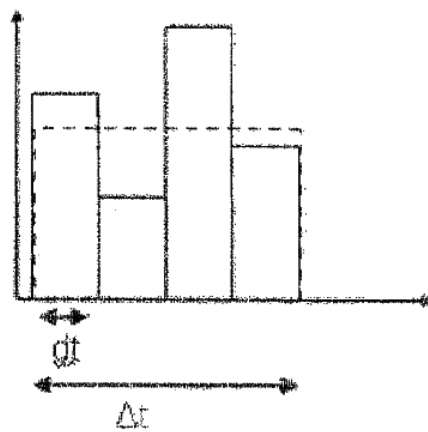


Fig. 2

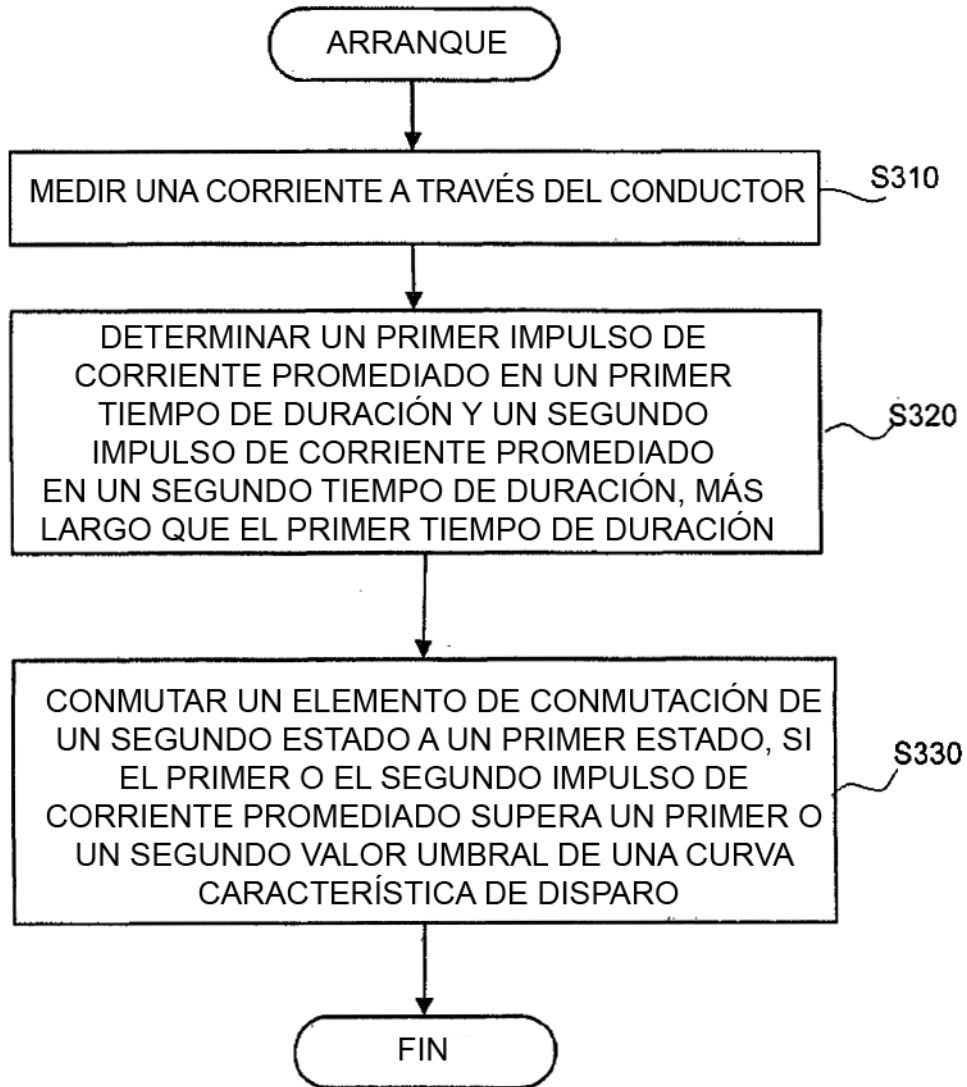


Fig. 3

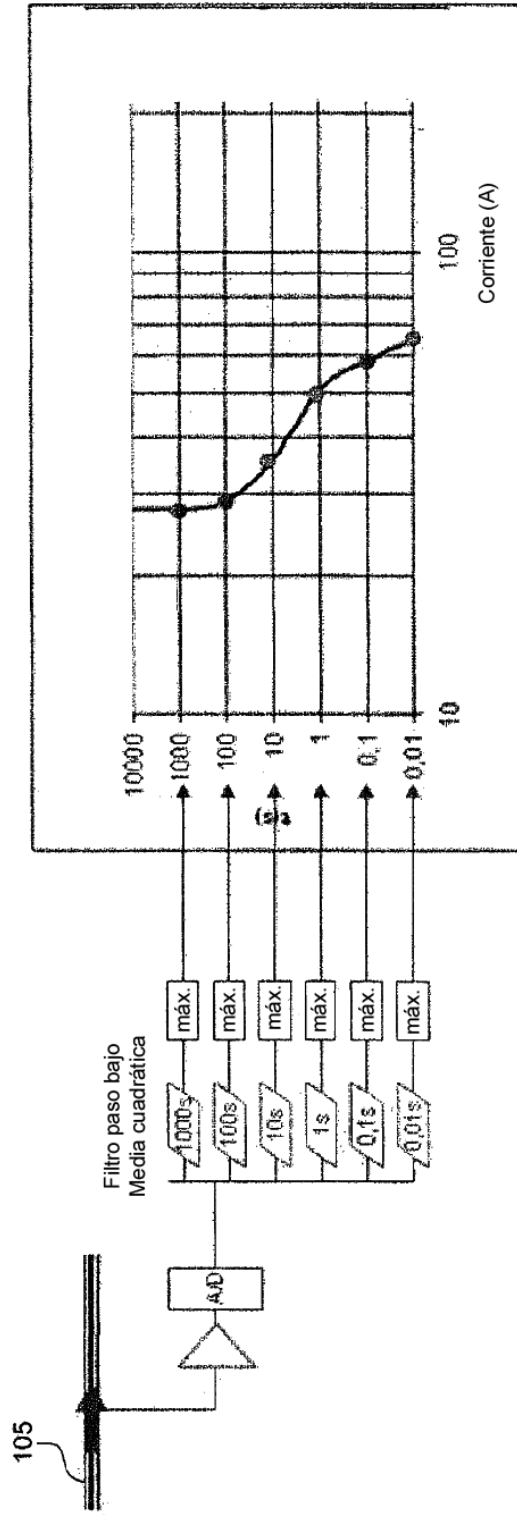


Fig. 4



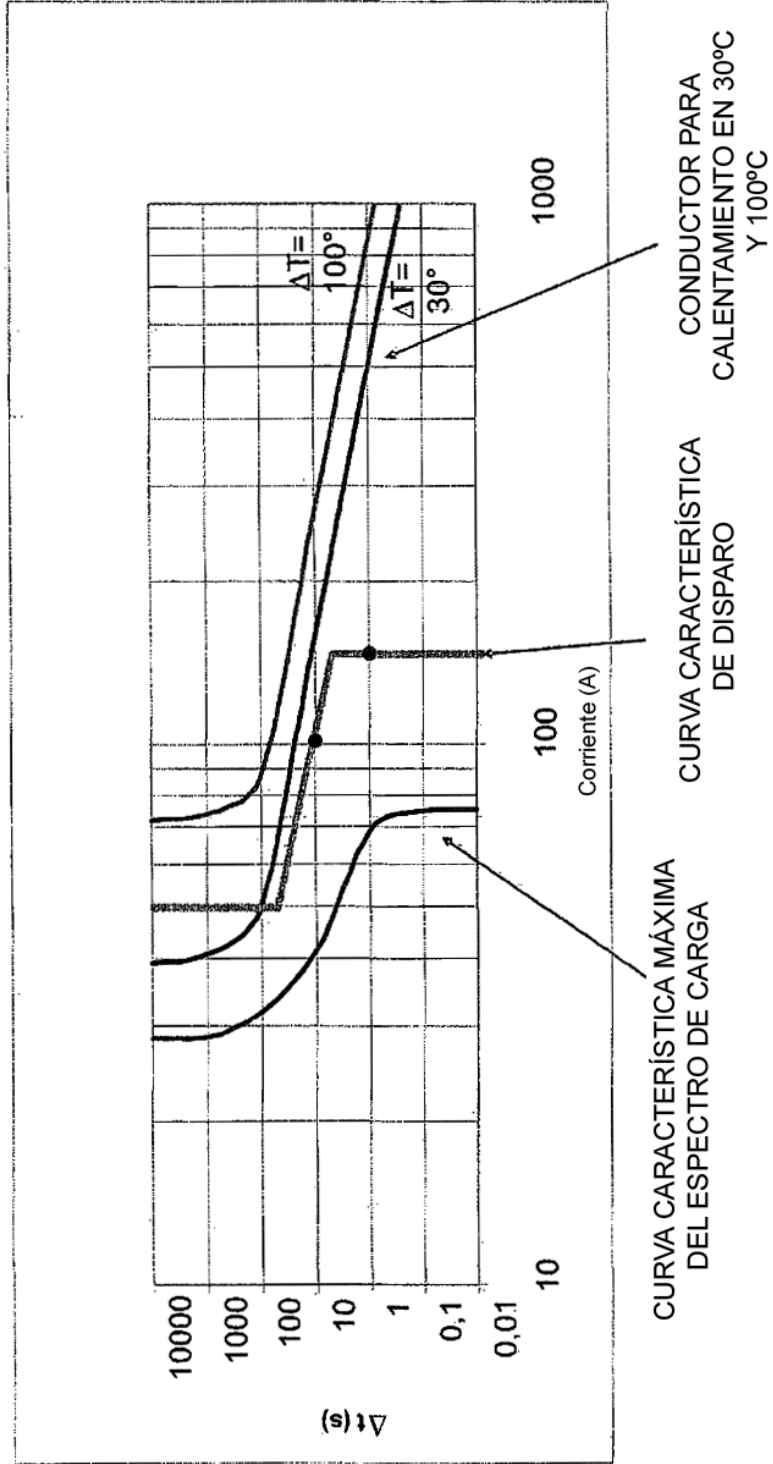


Fig. 5

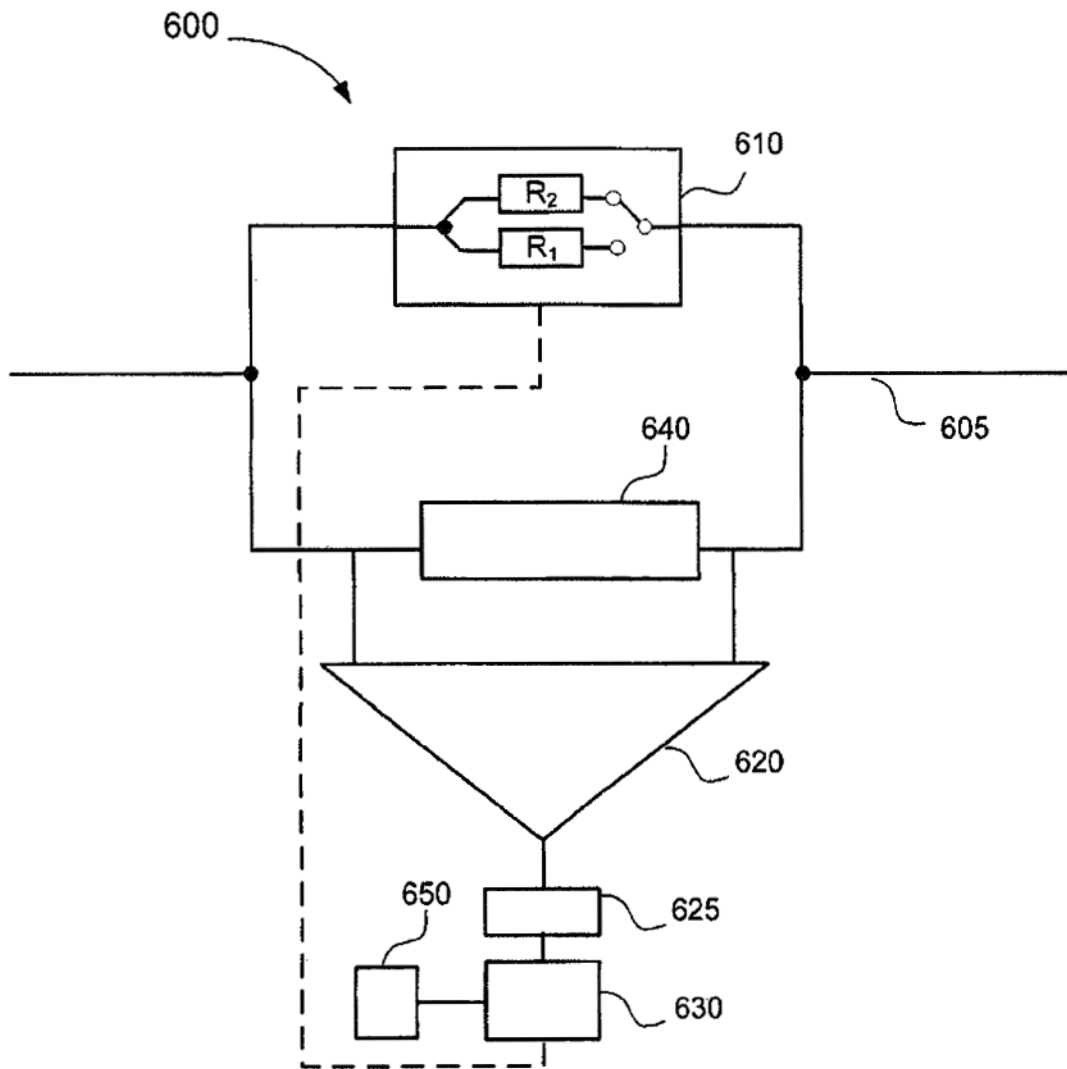


Fig. 6

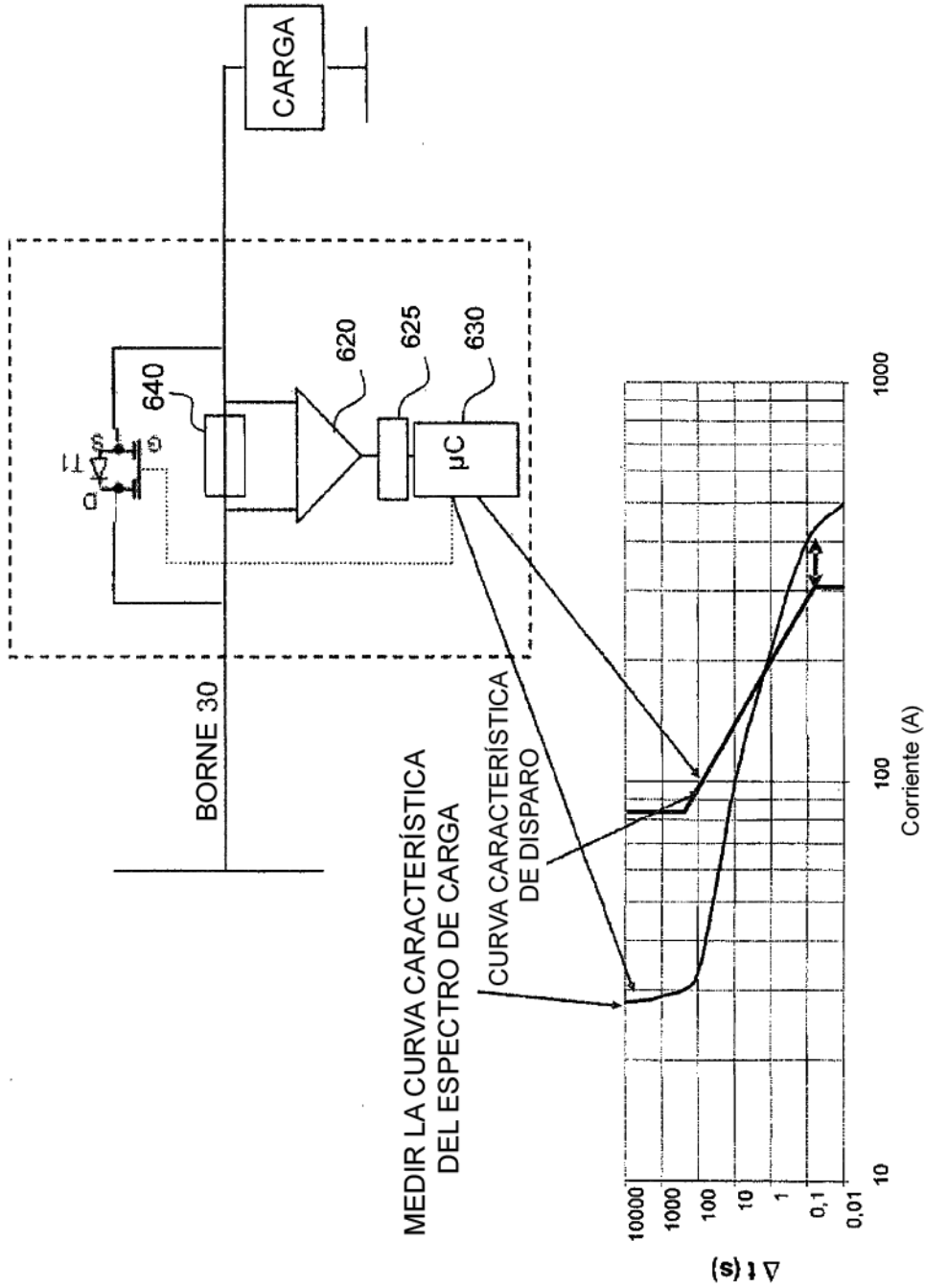


Fig. 7A

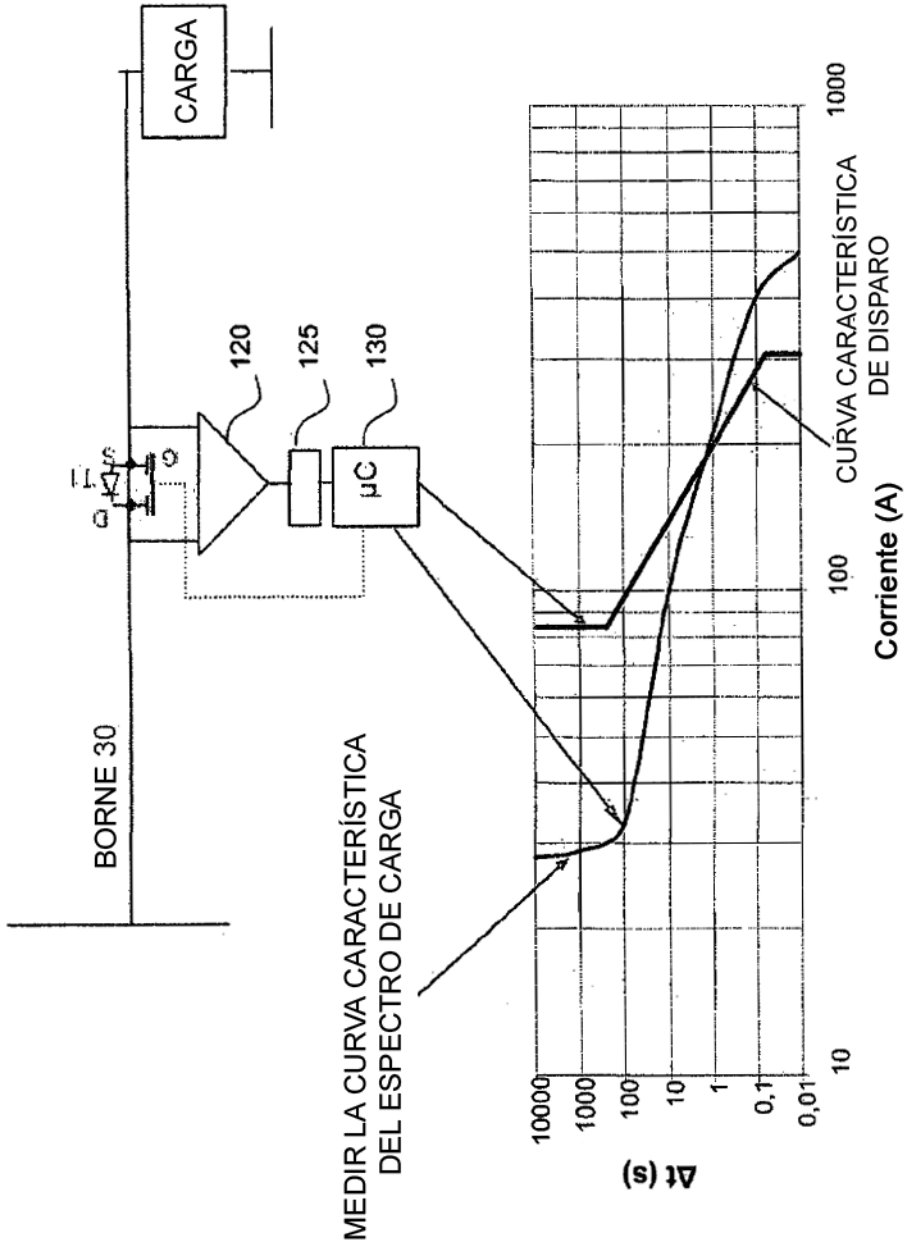
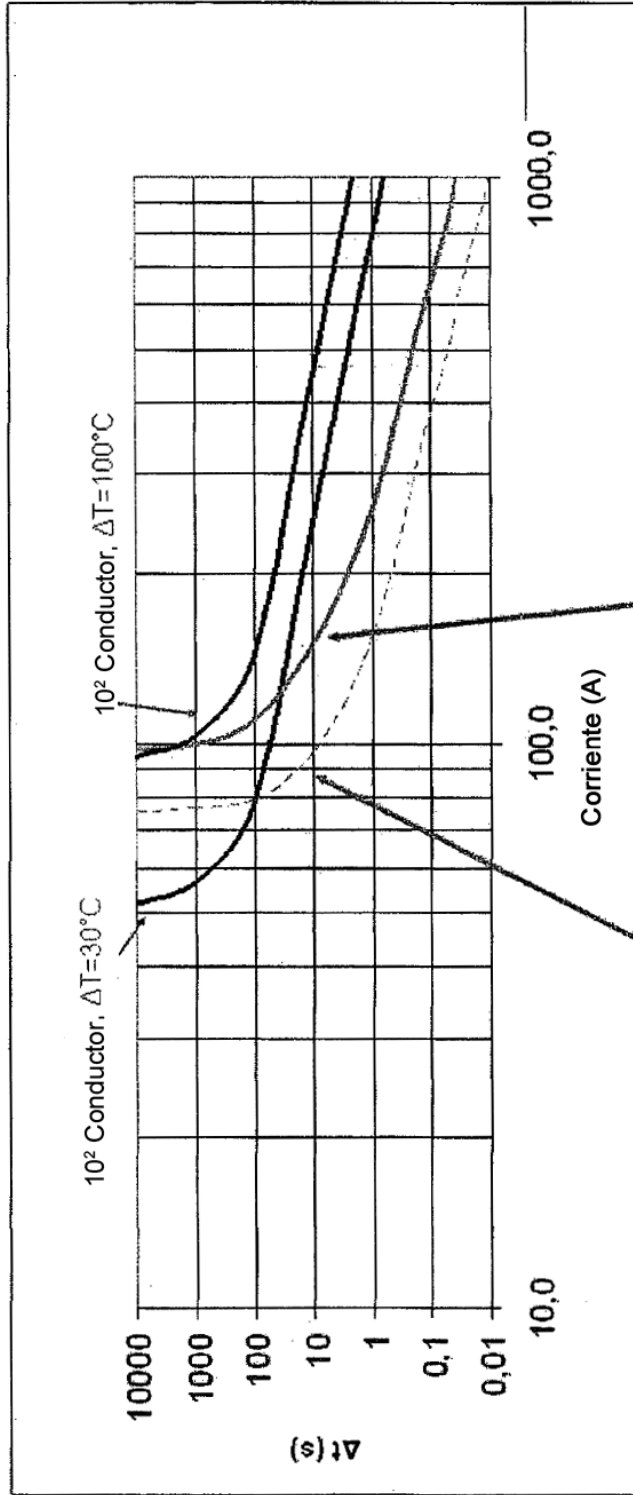


Fig. 7B



Línea de envejecimiento de 1 millón de ciclos      Línea de fusión Midi 70A

Fig. 8

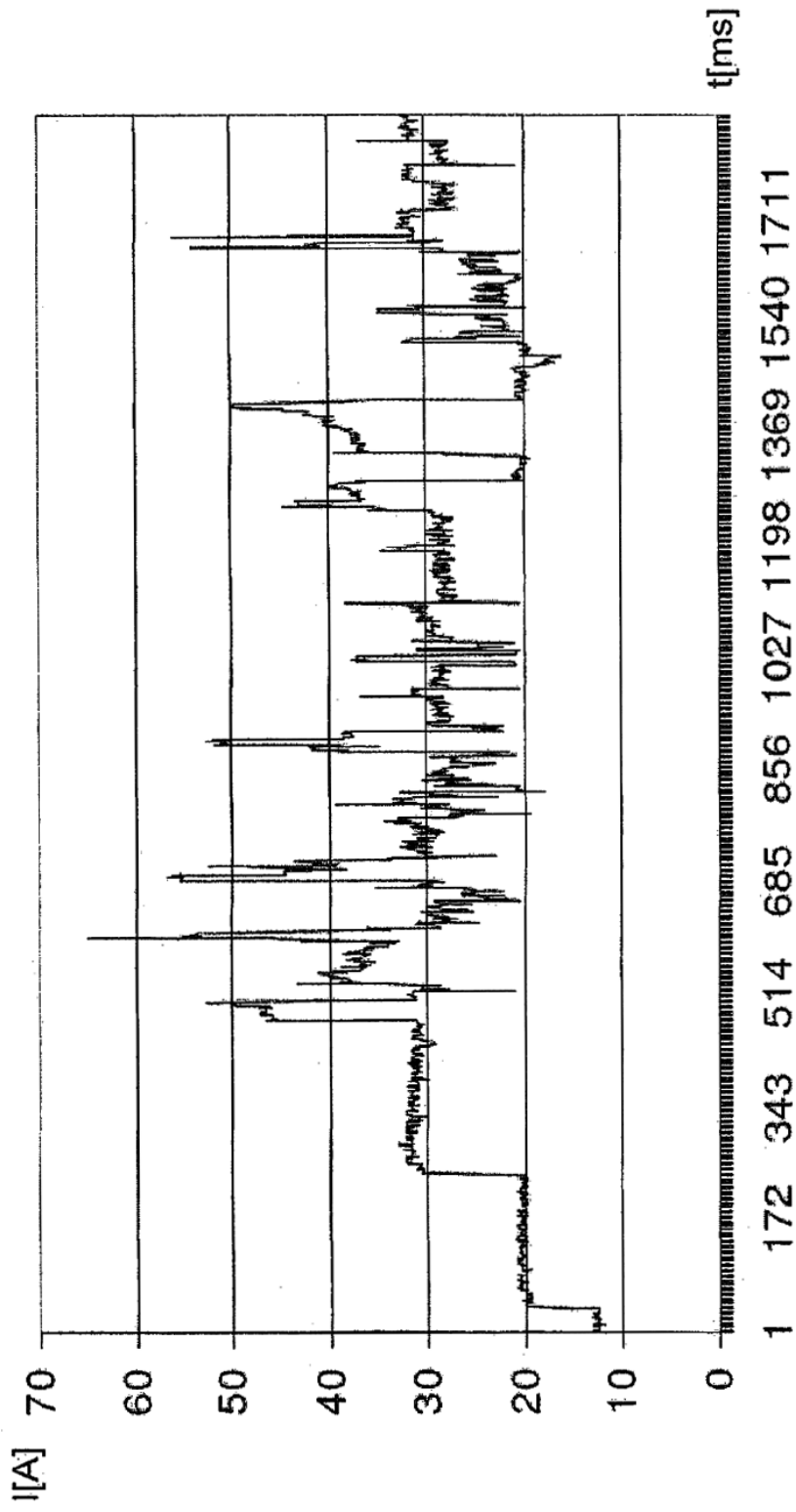


Fig. 9