



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 142**

51 Int. Cl.:
H02H 3/093 (2006.01)
H02J 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03718777 .0**
96 Fecha de presentación : **17.04.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1614203**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.01.2006**

54 Título: **Disyuntor eléctrico.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2010

73 Titular/es: **ENEL Distribuzione S.p.A.**
Via Ombrone 2
00198 Roma, IT

72 Inventor/es: **Veroni, Fabio**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 347 142 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

Disyuntor eléctrico.

La presente invención se refiere a un disyuntor eléctrico para proteger un circuito eléctrico contra corrientes de carga excesivas.

Los disyuntores eléctricos se usan de forma típica en redes de distribución de electricidad en varias situaciones en la red, con el fin de monitorizar el nivel de corriente que fluye en la red, e interrumpir la corriente eléctrica si el nivel de corriente que fluye a través del disyuntor eléctrico excede ciertos umbrales o límites.

Para lograr una protección adecuada en la zona de baja tensión de la red, se usan generalmente disyuntores magnetotérmicos. Un disyuntor magnetotérmico insertado en un circuito eléctrico abrirá automáticamente el circuito eléctrico para desconectar una zona de la red, si el nivel de corriente a través del disyuntor eléctrico excede de un nivel peligroso, esto es, cuando sucede una condición de sobrecarga. En este tipo de disyuntor eléctrico, esto se consigue típicamente por medio de un elemento térmico resistivo que modificará sus dimensiones mecánicas por la temperatura debida al incremento de nivel de corriente. Un elemento térmico, sin embargo, no responderá de manera instantánea a una condición de sobrecarga. Más bien, el tiempo que el elemento térmico necesita para variar sus dimensiones mecánicas depende de su masa térmica, y por otro lado también de la cantidad de corriente de sobrecarga. El tiempo que requiere el elemento térmico para responder como corresponde a una condición particular de sobrecarga varía entre fracciones de segundo y alrededor de una hora. Obviamente, también influye la temperatura ambiente en este tiempo de respuesta. Las características no instantáneas de la respuesta de un elemento térmico son apropiadas para la protección del circuito eléctrico y, por ello, la red completa contra una condición de sobrecarga permanente causada, por ejemplo, por la conexión en paralelo de excesivas cargas en el circuito eléctrico, mientras que picos de corriente cortos no causarán un disparo indeseado del disyuntor eléctrico. Estos picos de corriente se generan cuando se encienden cargas eléctricas como televisiones o motores eléctricos.

Por otra parte, las características de respuesta no instantánea hacen que un disyuntor eléctrico sólo con un elemento térmico convencional sea menos adecuado para la protección contra altos niveles de sobretensión de la parte de la red asociada que pueden ser causados, por ejemplo, por una condición de cortocircuito. En esta situación se requiere una respuesta rápida del disyuntor.

Para proporcionar un tiempo rápido de respuesta en esas condiciones de sobrecarga extrema, un disyuntor eléctrico para el uso en la red de baja tensión está dotado al efecto de un elemento electromagnético, por ejemplo, una bobina, que generará una fuerza magnética dependiendo de la cantidad de corriente que fluye a través del disyuntor eléctrico. Si la fuerza generada por el elemento magnético excede un cierto umbral de fuerza, el elemento magnético disparará el disyuntor eléctrico con algunos milisegundos de retraso para prevenir daños instantáneos en la red.

Además de este tipo convencional de disyuntor electromagnético, otros tipos convencionales de disyuntores comprenden sólo un elemento térmico, o sólo

un elemento electromagnético, para abrir un circuito eléctrico cuando ha sucedido una condición de sobrecarga.

Cada uno de estos y otros tipos de disyuntores eléctricos convencionales tiene una así llamada corriente asignada. Este parámetro describe el nivel de corriente a partir del cual el disyuntor debe abrir el circuito eléctrico. Un nivel de corriente por encima del nivel de corriente asignada supone una condición de sobrecarga que eventualmente llevará al disparo del disyuntor eléctrico. La corriente asignada está determinada por el diseño del disyuntor eléctrico, por ejemplo, el tamaño, la masa térmica, la restricción mecánica y otras condiciones de los elementos térmico y/o magnético. Hoy en día, existe en el mercado una variedad de disyuntores eléctricos con una variedad de corrientes asignadas, adaptadas a la variedad de necesidades que surgen a partir de la existencia de una variedad de consumidores, niveles de carga y restricciones de carga de la red. Sin embargo, uno o más parámetros de una instalación eléctrica pueden cambiar en ocasiones por razones varias.

En una red de distribución de energía, puede surgir la necesidad de actualizar el nivel de corriente de disparo o el grado de protección del circuito protegido por el disyuntor eléctrico. Para conseguir esto con disyuntores convencionales, es necesario reemplazar el disyuntor eléctrico existente que tiene una corriente asignada dada, por un disyuntor eléctrico que tenga una corriente asignada distinta, adaptada a la nueva situación. Esto es laborioso, consume tiempo y puede ser particularmente desfavorable en grandes redes de distribución de electricidad. El cambio del nivel de corriente de disparo de un disyuntor durante la operación sostenida del mismo es imposible. La necesidad de proporcionar e instalar una variedad de disyuntores diferentes con una variedad de corrientes asignadas dadas lleva a inflexibilidades con impactos adversos en los costes de mantenimiento y administración de una red. Sería muy deseable una mayor flexibilidad a este respecto. El documento EP-A 0571838 revela un disyuntor eléctrico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención se ha hecho para resolver los problemas antes mencionados y otros asociados con la técnica anterior.

Un disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención es ventajoso en que las características de protección de la carga del disyuntor se han hecho programables. De esta manera se obtiene un disyuntor eléctrico que es adecuado para una variedad de consumidores, niveles de carga y restricciones de carga de una red, sin la necesidad de realizar trabajos de sustitución o de mantener disponible un gran número de distintos tipos de disyuntores.

La programación del disyuntor eléctrico puede realizarse en una variedad de distintas formas. Preferentemente, el disyuntor eléctrico incluye medios de comunicación sobre la línea de potencia para recibir órdenes de umbrales de corriente a través del circuito eléctrico protegido por el disyuntor eléctrico. Estas órdenes recibidas de umbrales de corriente son almacenadas por el disyuntor eléctrico hasta que se recibe otra orden de umbral de corriente. Tales órdenes pueden estar generadas por una instalación central para la administración de una sección dada de red que comprende una pluralidad de consumidores e disyuntores eléctricos asociados. Es ventajoso adaptar la instala-

ción central de forma que las órdenes de umbrales de corriente puedan ser dirigidas a disyuntores específicos en la sección de red. Esto permitirá al operador de red administrar de forma remota un consumidor específico conectado a un disyuntor eléctrico singular con un grado de flexibilidad alto y costes de administración bajos. Por ejemplo, los cambios en un contrato de suministro relativos al consumo máximo de corriente admisible pueden implementarse rápidamente reprogramando el disyuntor eléctrico por administración remota.

Adicional o alternativamente, es más ventajoso aún equipar las instalaciones centrales de forma que una orden de umbral de corriente pueda dirigirse a un grupo o todos los disyuntores eléctricos de una zona de la red. Como medio de ejemplo, en repuesta al suceso de una condición global de sobrecarga en la totalidad de zona de la red administrada por la instalación central, se pueden programar umbrales de corriente adecuados, esto es, menores, para un gran número de disyuntores eléctricos, para prevenir una avería global o apagón sin la necesidad de desconectar la totalidad de la sección de red. Tales condiciones globales de sobrecarga pueden ocurrir, por ejemplo, si un gran número de consumidores demanda corriente de la sección de red a niveles cercanos pero inferiores al umbral normal de corriente aplicable a los consumidores. De forma similar, en condiciones de baja carga en la sección de red sería ventajoso programar umbrales de corriente superiores en un grupo o todos los disyuntores eléctricos de la sección de red de manera que se permita un mayor consumo individual de corriente a los consumidores de dicha sección.

De forma alternativa o adicional a la provisión de medios para la recepción de órdenes de umbrales de corriente programables por medio de la comunicación sobre línea de potencia en el circuito eléctrico al que el disyuntor eléctrico está conectado, puede ser ventajoso proporcionar un disyuntor eléctrico con un interfaz de usuario para recibir órdenes de umbrales programables de corriente de un operador, por ejemplo, por medio de un teclado, o por un dispositivo de programación, por ejemplo, un ordenador adecuadamente programado, por medio de un interfaz normalizado adecuado como RS232, USB, Bluetooth o similar. Los interfaces con un alto grado de aislamiento eléctrico como elementos de tipo "flag port" o los que están de acuerdo con CEI 611 07/EN 61107/CEI 62056-21 son particularmente ventajosos.

Preferentemente, dichos medios para la recepción de una orden de umbral de corriente programable están adaptados para el almacenamiento de una pluralidad de umbrales de corriente y tiempos de respuesta asociados tal como especifique la orden recibida de umbral de corriente. Preferentemente, dichos medios de proceso están adaptados para generar la citada señal de disparo cuando el nivel de corriente detectado en el circuito eléctrico protegido por el disyuntor eléctrico ha excedido de forma continua un umbral de corriente almacenado programado durante un tiempo determinado por el tiempo de respuesta asociado programado. De esta forma se puede lograr que el tiempo de respuesta del disyuntor eléctrico sea programable y dependiente del nivel de sobrecorriente que fluye en el circuito eléctrico. Preferentemente, los tiempos de respuesta están programados de manera que disminuyan a medida que se incrementan los umbrales de corriente asociados, de tal forma que el tiempo de

respuesta para condiciones de sobrecarga severa serán más cortos que el tiempo de respuesta para condiciones de sobrecarga menos severas. Como una alternativa a la especificación de umbrales de corrientes programables y/o tiempos de respuesta asociados en la orden de umbrales de corriente, puede ser ventajoso disponer medios para el almacenamiento de una pluralidad de relaciones funcionales predefinidas que definan los tiempos asociados de respuesta para una variedad de niveles de corriente, y proporcionar los medios de proceso para seleccionar una de estas relaciones predefinidas de acuerdo con la orden recibida y almacenada de umbral de corriente.

Como alternativa adicional, tal orden de umbral de corriente puede usarse también para especificar sólo un tiempo de respuesta hasta que los citados medios de proceso respondan a uno o más umbrales de corriente predefinidos almacenados con la generación de la citada señal de disparo que causa que dicho disyuntor abra el circuito eléctrico.

De forma ventajosa, el disyuntor eléctrico además comprende medios para recibir órdenes de operación, esto es, una orden de abrir el circuito o una orden de cerrar el circuito, y medios para la operación de dicho disyuntor para la apertura y cierre del circuito eléctrico de acuerdo con la orden de operación recibida. Tal orden de operación puede transmitirse por medio de la comunicación sobre línea de potencia y permite un control remoto del disyuntor eléctrico de consumidores determinados o grupos de consumidores desde instalaciones centrales de administración y control.

El disyuntor eléctrico comprende además un segundo medio para causar la apertura del circuito eléctrico por el disyuntor si una corriente que fluye por el circuito eléctrico excede una corriente asignada predeterminada. El disyuntor abrirá el circuito eléctrico si la corriente que fluye por el circuito eléctrico excede un valor de ajuste predeterminado durante un tiempo superior a uno dado. En condiciones normales del disyuntor eléctrico, el disyuntor disparará en respuesta a la señal de disparo generada por los medios de proceso de acuerdo con un umbral de corriente variable que puede programarse desde el exterior en el disyuntor eléctrico. El segundo medio proporciona de forma ventajosa un límite superior de respuesta asociada a niveles de corriente por encima de la corriente ajustada en el disyuntor para la apertura del circuito eléctrico, para poder tener en cuenta la posibilidad de que ocurra una falta en el disyuntor eléctrico y el disparo en una condición de carga por encima del umbral programado no suceda. Preferentemente, el segundo medio para ocasionar que el disyuntor abra el circuito eléctrico así como el disyuntor forma una unidad integral. Es particularmente conveniente incorporar también los citados primeros medios en esta unidad integral.

De forma ventajosa, un disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención está incorporado a un medidor de potencia o un contador de energía para medir el consumo eléctrico de un consumidor. De forma ventajosa, el disyuntor eléctrico comprende medios como una palanca o un botón para permitir que un operador abra o cierre de forma manual el circuito eléctrico.

Formas de realización aún más ventajosas de la presente invención están definidas en las reivindicaciones dependientes.

A continuación se describen formas de realización concretas de la presente invención con referencias a las figuras que se acompañan. En las figuras, elementos similares o correspondientes se han designado con los mismos signos de referencia.

La Figura 1 muestra una visión general de una red de distribución de energía que comprende una pluralidad de disyuntores eléctricos;

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de una primera forma de realización de un disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 3a, b muestran diagramas t-I para ilustrar la operación de formas de realización del disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención;

La Figura 4 muestra una forma de realización de una red de distribución de energía que comprende instalaciones centrales de control;

La Figura 5 muestra una segunda forma de realización de un disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención;

La Figura 6 muestra una tercera forma de realización de un disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención;

La Figura 7 muestra una forma de realización ventajosa del elemento 13 para causar la apertura del circuito eléctrico por el disyuntor en respuesta a una señal de disparo;

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra la operación de una forma de realización de un medio de proceso en el disyuntor eléctrico;

La Figura 9 muestra una extensión del diagrama de flujo mostrado en la figura 7;

La Figura 10 muestra una primera forma de realización de una implementación física de los medios de proceso, y

La Figura 11 muestra una segunda forma de realización de una implementación física de los medios de procesamiento.

La Fig. 1 muestra una red eléctrica típica de distribución para distribuir energía eléctrica generada por una central eléctrica (no mostrada) a una pluralidad de consumidores (H1, H2, Hn). La electricidad se distribuye sobre un área geográfica grande por medio de una así llamada red de alta tensión, AT, que conecta las una o más centrales de generación que alimentan esta red de alta tensión AT con una pluralidad de así llamadas subestaciones primarias SE. Las subestaciones primarias SE transforman la alta tensión (por ejemplo, en Europa, 380 kV) a la que opera la red de AT a una media tensión, por ejemplo 20 kV, para la distribución regional de la energía. La red de distribución de media tensión MT conecta las una o más subestaciones primarias SE con una o más subestaciones secundarias SET que transforman la media tensión de la red MT en baja tensión a la que opera la red de baja tensión BT para la distribución a un gran número de consumidores H1, H2, Hn). En Europa, el nivel típico de baja tensión es entre 220 y 240 voltios, dependiendo de las normativas nacionales. Las tres subredes de distribución de energía, esto es, AT, MT y BT requieren disyuntores eléctricos en varias posiciones para permitir que la red reaccione de forma apropiada en condiciones de falta tales como cortocircuitos o condiciones temporales de sobrecarga que llevarían en caso contrario a la destrucción de la red. El numeral de referencia 1 denota un disyuntor eléctrico localizado en las instalaciones de consumidor del consumidor Hn.

El numeral de referencia 2 denota una línea de alimentación que conecta al consumidor Hn con la red BT. F indica un fusible instalado en la línea 2 por motivos de seguridad para prevenir que una corriente I excesiva ocasione daños en la red BT. El numeral de referencia 3 indica una línea de suministro de energía en las instalaciones del consumidor Hn, por ejemplo, una línea de alimentación instalada dentro de un edificio. La alimentación de energía 3 está conectada a la línea de alimentación de energía 2 a través de un disyuntor eléctrico 1. A su vez, la línea de alimentación de energía 3 alimenta una pluralidad de cargas eléctricas L1, L2, ... Lk, a través de disyuntores como sea necesario. L indica una palanca instalada en el disyuntor eléctrico 1 que es accesible desde el exterior por un operador, para la conexión o desconexión manual de la alimentación de energía 3 y la línea de alimentación de energía 2. Una estructura similar a la descrita en mayor detalle para el consumidor Hn puede encontrarse en los otros consumidores H1, H2, ...

La figura 2 muestra una primera forma de realización de un disyuntor eléctrico de acuerdo con la presente invención. En el diagrama de bloque de la figura 2, el número de referencia 1 indica el disyuntor eléctrico que está conectado entre la línea de suministro de energía 2 y la línea de suministro de energía 3 que se muestran en la figura 1. El carácter n en las líneas de suministro de energía 2 y 3 y en las otras líneas en el disyuntor eléctrico indica que aunque por razones de simplicidad en la figura se muestra una disposición monofásica, un diseño polifásico no es diferente en principio del diseño monofásico mostrado en esta y otras figuras de la presente invención y que la presente descripción se aplica a sistemas de suministro de energía monofásicos (n= 1) así como a sistemas de suministro de energía polifásicos, por ejemplo n=3. El número de referencia 11 en la figura 2 indica un disyuntor conectado en serie con el primer medio 12 para detectar magnetotérmicamente el nivel de corriente I que fluye a través de la línea de suministro de energía 3. Tal medio detector magnetotérmico 12 de corriente es como los que son bien conocidos en la técnica y, por tanto, no es necesaria una descripción detallada del detector termoleléctrico de corriente 12. Como indica la línea discontinua en la Figura 2, el medio detector magnetotérmico de corriente 12 está acoplado mecánicamente al disyuntor 11 con el fin de hacer que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico establecido por la línea de suministro de energía 3 y sus cargas eléctricamente conectadas, en cortocircuito eléctrico 3, si la corriente I que fluye en el circuito eléctrico 3 supera una corriente asignada predeterminada. Esta corriente asignada predeterminada está determinada por el diseño del detector de corriente magnetotérmico 12. Este elemento 12 normalmente comprende, por ejemplo, un elemento de resistencia no mostrado en la figura 2, que cambiará su temperatura de acuerdo con la carga de corriente I. Para transformar el cambio de temperatura en un desplazamiento mecánico que después se toma para disparar el disyuntor 11 y abrir el circuito eléctrico 3 convencionalmente se puede usar una disposición bimetalica. El detector de corriente 12 comprende además medios de detección de corriente electromagnéticos acoplados mecánicamente al disyuntor 11, como indica la línea discontinua en la figura 2. Estos medios de detección de corriente electromagnéticos se pueden implementar mediante, por ejemplo, una bobina conectada en

serie con el disyuntor 11, de modo que la bobina genera una fuerza electromagnética de acuerdo con el nivel de corriente I que fluye por el circuito eléctrico 3. Si esta fuerza magnética generada por el detector de corriente 12 supera un umbral de fuerza predefinido determinado por el diseño del detector de corriente 12 y/o el disyuntor 11, ello hará que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico 3. L indica una palanca accesible desde el exterior para permitir que un usuario dispare manualmente el disyuntor 11. Una variedad de diseños del disyuntor 11, el detector de corriente magnetotérmico 12 así como el acoplamiento eléctrico y mecánico entre los elementos 11 y 12 son como los bien conocidos en la técnica y adecuados para la presente invención.

El número de referencia 15 indica un segundo medio para detectar el nivel de corriente I que fluye en el circuito eléctrico 3. En la figura 2, el medio 15 para detectar el nivel de corriente I se muestra conectado en serie con el disyuntor 11 y el medio de detección de corriente magnetotérmico 12. R indica un elemento de resistencia en serie con el circuito eléctrico 3. El número de referencia 151 indica un medio de amplificación para detectar el descenso de tensión que se produce a través del elemento de resistencia R proporcionar al nivel de corriente I y sacar una señal de detección del nivel de corriente correspondiente CL. En esta etapa es importante observar que existe una variedad de circuitos y técnicas de detección de corriente bien conocidas, y la implementación específica representada en la figura 1 no debe interpretarse como limitante del medio de detección de corriente 15 a la implementación mostrada. Como alternativa a la resistencia en paralelo R, también sería posible adoptar un transformador de corriente, por ejemplo realizado por medio de un bobinado adicional acoplado magnéticamente a una bobina en el detector de corriente 12 que genera la fuerza magnética para disparar el disyuntor 11 en caso de niveles de corriente I excesivos. Este bobinado adicional junto con dicha bobina constituirá un transformador con el fin de implementar el detector de corriente 15. Otras posibilidades de implementar el detector de corriente 15 comprenden dispositivos de efecto Hall, resistencias magnéticas y bobinas de Rogosky, siendo todos ellos bien conocidos como tales adecuados para el diseño de los medios de detección de corriente.

El número de referencia 13 indica un medio para hacer que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico 3 en respuesta a una señal de disparo 14. Preferentemente, el medio 13 comprende una bobina electromagnética para magnetizar un miembro móvil fabricado con hierro blando de acuerdo con la señal de disparo 14. Tras la magnetización se ejercerá una fuerza magnética sobre el miembro de hierro blando en el elemento 13. Este miembro está mecánicamente acoplado al disyuntor 11, como indica la línea discontinua en la figura 2, de modo que, en respuesta a la señal de disparo 14, el elemento 12 hará que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico 3. El elemento 13 se puede implementar de diversas formas con el fin de lograr la función deseada, para disparar el disyuntor 11 en respuesta a una señal de disparo 14. Una implementación alternativa del elemento 13 expande el efecto bien conocido de restricción magnética y comprende un miembro fabricado con material magnetorestrictivo que se somete a un campo magnético generado por una bobina en el elemento 13 que recibe la señal de

disparo 14, de modo que tras esta señal de disparo 14, el elemento magnetorestrictivo cambiará sus dimensiones mecánicas. Este elemento está mecánicamente acoplado al disyuntor 11, de modo que el disyuntor 11 se disparará tras la aplicación de la señal de disparo 14 al elemento 13.

El número de referencia 17 indica un medio para recibir una orden de umbral de corriente programable CC. Esta orden de umbral de corriente es una orden externa, es decir una orden no generada de forma autónoma por el disyuntor eléctrico 1. Esta orden de umbral de corriente CC es recibida por una interfaz IF de comunicación adecuada en el medio 17 y después se pasa a una memoria MEM en la que se puede almacenar la orden del umbral de corriente recibida. La interfaz IF de comunicación puede ser una interfaz de comunicación de la línea de alimentación para recibir las órdenes del umbral de corriente CC a través de la línea de suministro de energía 2 y la red de BT conectada a la línea de suministro de energía 2. La interfaz IF de comunicación puede también diseñarse para recibir órdenes de umbrales de corriente CC a través de una interfaz de comunicación estándar como RF 232 o USB o algún tipo de interfaz patentada basada en cable o infrarrojos o Bluetooth para la comunicación con un dispositivo de programación manual o un ordenador personal (PC). Como alternativa, o además de, la interfaz IF de comunicación puede comprender un teclado para recibir las órdenes de umbrales de corriente CC mediante introducciones manuales por parte del usuario, preferentemente en forma encriptada o sujetas a la autenticación satisfactoria por el usuario con el fin de evitar un acceso no autorizado o ilegal al medio 17 para recibir órdenes de umbrales de corrientes programables.

El número de referencia 16 indica medios de procesamiento que reciben información de CL sobre el nivel de corriente detectado a partir del medio de detección 15, y en el que los medios de procesamiento reciben además información sobre la orden de umbral de corriente almacenada en la memoria MEM del medio 17 de recepción y almacenamiento de la orden de umbral de corriente. El medio de procesamiento 16 emite la señal de disparo 14 como resultado de operaciones de procesamiento que dependen de la introducción de la información del nivel de corriente CL y la orden de umbral de corriente almacenada en la memoria MEM y, preferentemente, también dependiendo de las características temporales del nivel de corriente detectado CL, como se explicará con mayor detalle más adelante. El medio de procesamiento 16 puede implementarse en el hardware 16 o por medio de una programación adecuada de un microcontrolador. El medio de procesamiento 16 también comprende una circuitería de excitación para accionar el elemento 13, cuyas formas de realización específicas se mostrarán más adelante. Si se adopta un microcontrolador para implementar el medio de procesamiento 16, el microcontrolador también puede ejecutar al menos algunas de las funciones del medio de recepción y almacenamiento 17 de la orden de umbral de corriente. En el mercado existen soluciones de microcontrolador embebido, compuestas por interfaces en chip que se pueden usar para implementar la interfaz IF de recepción de órdenes del elemento 17.

Con el fin de explicar las operaciones realizadas por el medio de procesamiento 16 con mayor detalle

a modo de ejemplo, se hará referencia a continuación en diagrama mostrado en la Figura 3a.

La figura 3a muestra un diagrama t-I para ilustrar la reacción del disyuntor del circuito eléctrico en varias condiciones de carga, es decir niveles de corriente que fluye a través del disyuntor. El eje horizontal de este diagrama indica el nivel de corriente I, mientras que el eje vertical de este diagrama indica el tiempo de respuesta t del disyuntor para un nivel I de corriente dado.

En la figura 3a, el número de referencia 31 indica una primera sección de una curva que representa una relación funcional entre los niveles de corriente en un intervalo de corriente entre I_R e I_2 y el tiempo de respuesta asociado. El número de referencia 32 indica una segunda sección de la curva para niveles de corrientes superiores a I_2 . La curva 31, 32 describe el comportamiento del detector de corriente magnetotérmico 12, I_R indica la corriente asignada del detector de corriente 12. Las secciones en curva 331 a 333 para intervalos de corriente entre I_3 , I_4 , I_5 , respectivamente por un lado e I_1 por otro lado, así como la sección en curva 334 para corrientes entre I_1 e I_2 , describen el comportamiento del detector de corriente 15, el medio de procesamiento 16 y el medio de disparo 13. A continuación, la operación del disyuntor mostrado en la figura 2 se explicará con referencia a estas curvas mostradas en la figura 3a.

En esta forma de realización, el disyuntor eléctrico almacena en la memoria MEM en el medio de recepción y almacenamiento de órdenes 17 una orden de umbral de corriente CC que identifica una de las curvas 331, 332 y 333 asociada con los respectivos umbrales de corriente I_3 , I_4 , I_5 , respectivamente. Esta orden de umbral de corriente se recibió previamente del exterior a través de la interfaz IF de órdenes del disyuntor eléctrico. Con el fin de explicar el funcionamiento del disyuntor eléctrico, primer se asume una condición de operación, que la corriente de carga I a través del disyuntor eléctrico es inferior al umbral de corriente programado, digamos I_4 en la Figura 3a, almacenada actualmente en la memoria MEM. En este caso, el medio de procesamiento 16 se aplicará a una curva característica 332 definida por la orden del umbral de corriente almacenada I_4 . Dado que la carga de corriente es inferior al umbral de la corriente I_4 , el medio de procesamiento 16 no generará una señal de disparo y el disyuntor 11 permanecerá cerrado de modo que la corriente I continuará fluyendo. Suponiendo ahora que se produce una condición de sobrecarga que tiene como resultado una corriente I más grande que el umbral de corriente programada I_4 , el medio de procesamiento procesará el nivel de corriente detectado indicado en el detector de corriente 15 de acuerdo con el umbral de corriente programado I_4 por medio de la medición del tiempo durante el cual prevalece de forma continua esta condición de sobrecarga. Si la duración de la condición de sobrecarga alcanza el tiempo de respuesta asociado con el nivel de corriente I detectado, como se representa en la curva 332, el medio de procesamiento generará la señal de disparo 14 que hará que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico y, por tanto, finalice el flujo de corriente en el circuito eléctrico 3. En el ejemplo que se muestra en la figura 3a, una condición de sobrecarga en el intervalo entre I_4 e I_1 tendrá como resultado un tiempo de respuesta entre aproximadamente 200 segundos para el nivel de corriente justo por encima del umbral programa-

do I_4 y aproximadamente 100 segundos si el nivel de corriente se acerca a I_1 . En otras palabras, el medio de procesamiento 16 está adaptado para generar la señal de disparo en respuesta a una condición de sobrecarga detectada de tal modo que el tiempo de respuesta también depende de la cantidad de sobrecarga. En el diagrama de ejemplo de la Figura 3a, las tres curvas 331, 332 y 333 unen una curva 334 en el nivel de corriente I_1 . Si el detector de corriente 15 de la figura 1 detecta una condición de sobrecarga por encima del umbral I_1 , el medio de procesamiento 16 generará la señal de disparo 14 en cuanto la condición de sobrecarga por encima del umbral ha prevalecido durante más de aproximadamente 1 segundo, como se representa en la sección curva 334. Los tiempos de respuesta t asociados con los diversos niveles de corriente pueden predefinirse o pueden hacerse programables por medio de la orden de umbral de corriente CC.

La sección en curva 31 representa la función del elemento térmico en el detector de corriente magnetotérmico 12 mostrado en la figura 2. A partir de la figura 3a es evidente que debido a la operación del medio de procesamiento 16 junto con el detector de corriente 15 y el medio de disparo 12 justo como se ha descrito, el detector de corriente magnetotérmico 12 no debe tener la oportunidad de hacer que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico, porque para una condición de sobrecarga dada, el medio de procesamiento 16 generará la señal de disparo 14 con un tiempo de respuesta más corto que el tiempo de respuesta térmica representado por la sección en curva 31 del detector de corriente magnetotérmico 12. En la forma de realización mostrada en la Figura 3a, sólo para condiciones de sobrecarga extremadamente altas que se acercan al umbral de fuerza magnética I_2 del detector de corriente magnetotérmico 12, el tiempo de respuesta del detector de corriente magnetotérmico 12, y en particular el tiempo de respuesta de los componentes electromagnéticos de dicho detector de corriente 12, será más corto que el tiempo de respuesta del medio de procesamiento 16. De acuerdo con esto, el detector de corriente magnetotérmico 12 ofrece una función de reserva para garantizar que el disyuntor eléctrico responderá a condiciones de sobrecarga con una interrupción del circuito eléctrico 3 incluso si se produce un fallo en cualquiera de los elementos 13 a 17 mostrados en la figura 2.

En el ejemplo específico mostrado en la figura 3a, el umbral de corriente I_1 puede predeterminarse con el fin de proporcionar un límite superior fijo de la corriente. Puede coincidir con la corriente asignada I_R del detector de corriente magnetotérmico 12 porque en este ejemplo, cualquier condición de carga por encima del nivel de corriente I_R hará, en virtud del detector de corriente magnetotérmico 12, que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico 3 a menos que el medio de procesamiento 16 produzca un disparo precoz del disyuntor 11. Es importante observar que este ejemplo específico no se interpretará como limitante de la invención de ningún modo. Por supuesto, es posible adaptar los umbrales de corriente I_1 a I_5 mostrados en la Figura 3 a una variedad de necesidades diferentes de acuerdo con el diseño concreto sin desviarse de los principios de la presente invención. No obstante, es preferible programar el disyuntor eléctrico de modo que la curva t-I programada permanezca por debajo de las secciones en curva 31, 32 del detector de corriente magnetotérmico 12.

Aunque la forma de realización de la Figura 3a proporciona sólo un umbral de corriente programable, puede ser ventajoso adaptar el medio de procesamiento 16 de modo que la orden de umbral de corriente CC identifica curvas t-I individuales a aplicar por el medio de procesamiento 16 en el procesamiento de la información sobre el nivel de corriente detectado CL. La pluralidad de curvas disponibles para selección se puede definir en el medio de procesamiento 16 o en el medio de recepción y almacenamiento de la orden de umbral de corriente 17 en forma de tablas o en forma de ecuaciones matemáticas que caracterizan el conjunto de curvas en forma parametrizada.

La figura 3b muestra otro ejemplo de una curva t-I adoptada por el medio de procesamiento 16. En esta forma de realización, no sólo se proporcionan los umbrales de corriente I_1, I_3, I_4, I_5 programables, sino también los tiempos de respuesta t_1, t_3, t_4, t_5 asociados con los intervalos de corriente entre umbrales adyacentes, como se representa en la Figura 3b. En esta forma de realización, una orden de umbral de corriente CC contiene al menos un umbral de corriente I_j y al menos un tiempo de respuesta t_j asociado. Aunque se muestra que todos los umbrales de corriente I_1, I_3, I_4, I_5 son inferiores a I_R , esto no es obligatorio. Se pueden programar umbrales de corriente por encima de I_R con tiempos de respuesta asociados por debajo de la curva 31, 32 en la figura 3b.

La figura 4 muestra una forma de realización de una red de distribución de energía eléctrica que comprende instalaciones de control central para generar órdenes de umbrales de corriente CC. En la figura 4, los elementos similares a los elementos mostrados en la figura 1 se han indicado con los mismos signos de referencia. Con respecto a estos elementos se hace referencia a la descripción de la Figura 1 con el fin de evitar repeticiones.

En la figura 4, S indica una subestación secundaria para transformar la tensión transportada en la red de media tensión MT en la tensión baja transportada en la red de baja tensión BT. A tal fin, la subestación secundaria S comprende un transformador Ts como se ha descrito en lo que antecede. CBT indica el medio de comunicación asociado con la subestación secundaria S. El medio de comunicación CBT puede generar órdenes de umbrales de corriente dirigidas a individuos o a grupos específicos de disyuntores de circuito eléctrico 1 en los centros del consumidor H1, H2, ... Hn, que están conectadas con la sección de red de BT suministrada por la subestación secundaria S. El número de referencia 24 indica un medio de acoplamiento, por ejemplo un condensador de acoplamiento, para acoplar las órdenes de umbrales de corriente CC generadas por el medio de comunicación CBT a la línea de alimentación 2 de la red de BT. De acuerdo con esto, en la forma de realización mostrada en la figura 4, la sección de red de BT suministrada por la subestación secundaria S no sólo sirve para distribuir energía eléctrica a los consumidores H1, H2, ... Hn sino que también sirve como medio de comunicación para transmitir órdenes de umbrales de corriente CC a los disyuntores de circuito eléctrico individuales 1. En esta forma de realización, el medio de comunicación CBT comprende un medio para detectar la presente condición de carga de la sección de red. El medio de comunicación CBT comprende instalaciones de procesamiento adecuadas para procesar la condición de carga detectada,

es decir la energía suministrada actualmente por la subestación secundaria S a su sección de red de BT, con el fin de generar las adecuadas órdenes de umbrales de corriente a determinados o a todos los disyuntores de circuito eléctrico 1 en los centros del consumidor H1, H2, ... Hn de dicha sección de red de BT. Sin la condición de carga global se acerca a un límite de corriente o a un límite de energía, por ejemplo de la subestación secundaria S, el medio de comunicación CBT se programa para generar las órdenes de umbrales de corriente y transmitirlos a través de la sección de red de BT a los consumidores H1, H2, ... Hn de la sección de red. Los disyuntores de circuito eléctrico 1 en los centros del consumidor reciben la transmisión de la orden de umbral de corriente y la almacenan en su memoria MEM. De este modo, como una reacción a una situación crítica de carga en toda la sección de red de BT de la subestación secundaria S, todos los disyuntores de circuito eléctrico 1 pueden reducir sus umbrales de corriente de modo que sólo los consumidores que actualmente estén obteniendo una gran cantidad de corriente se desconectarán de la sección de red de BT. De este modo se puede evitar un apagado completo de toda la sección de red de BT. Si un consumidor afectado desconecta algunas de las cargas L1, L2, ... LK de la línea de suministro de energía 3, podrá reconectarse a la red de BT tras la operación de la palanca L del disyuntor eléctrico 1. De acuerdo con esto, en la forma de realización de la Figura 4, el medio de comunicación CBT puede controlar de forma adaptativa la energía máxima que cada consumidor puede obtener de la red de acuerdo con la presente condición de carga global, para prevenir la aparición de condiciones de sobrecarga intensa que requerirían el apagado de toda la sección de red de BT. En condiciones de carga ligera, el CBT generará la transmisión de órdenes de umbrales de corriente adecuadas con el fin de incrementar los umbrales de corriente programados en los disyuntores de circuito eléctrico 1 en los diversos centros del consumidor H1, H2, ... Hn).

Puede ser particularmente ventajoso distinguir entre diferentes tipos de consumidores. Hay algunos tipos de consumidores, por ejemplo hospitales, que necesitan suministro de energía eléctrica en todos los casos. Para otros tipos de consumidores, por ejemplo hogares normales, puede suponerse que una reducción temporal del umbral de corriente tendrá impactos menos graves. De acuerdo con esto, puede ser ventajoso proporcionar una indicación de tipo de consumidor junto con una orden de umbral de consumidor CC programable desde el medio de comunicación CBT y para almacenar una indicación de tipo predefinido correspondiente en cada uno de los disyuntores de circuito eléctrico de acuerdo con el tipo de consumidor. Esta indicación de tipo de consumidor permite que, con el fin de evitar un apagado completo en condiciones de carga intensa, el CBT primer disminuirá los umbrales de corriente de dichos tipos de consumidores que dependen menos de un nivel de energía suscrito garantizado y que extienden gradualmente la reducción de los umbrales de corriente a otros tipos de consumidores, si esto es necesario para evitar un apagado completo.

Es importante observar que aunque este concepto se ha demostrado y descrito con respecto a los consumidores conectados a una sección de red de BT suministrada por una subestación secundaria S, se puede

aplicar el mismo concepto también en otras porciones de red en lugares más altos en la jerarquía de la red. Por ejemplo, se pueden proporcionar disyuntores de circuito eléctrico programables tal como se ha descrito en lo que antecede para proteger secciones de la red de MT, estando localizados los medios de comunicación en las subestaciones primarias T_p que controlan las presentes condiciones de carga y que generan órdenes de umbrales de corriente adecuadas al disyuntor eléctrico en la red de MT y/o a los disyuntores de circuito eléctrico en los centros de los consumidores suministrados por la sección de red de MT afectada.

El número de referencia 23 en la figura 4 indica medios para conectar el medio de comunicación CBT con administración central e instalaciones de control 21 a través de una red de telecomunicación inalámbrica pública 20. La administración central y las instalaciones de control 21 pueden proporcionarse para administrar porciones más grandes de la red de un modo jerárquico, usando el medio de comunicación CBT asociado con las subestaciones secundarias S como un nodo de comunicación intermedio. Las instalaciones 21 pueden usarse para administrar contratos de suministro, por ejemplo sobre la energía máxima suscrita por un consumidor individual H_j , y para programar los correspondientes umbrales de corriente y/o los tiempos de respuesta en el disyuntor eléctrico 1 del consumidor H_i de acuerdo con las condiciones contractuales acordadas con el consumidor individual H_j , sin la necesidad de que el personal de servicio visite los centros del consumidor.

La figura 5 muestra una forma de realización de un disyuntor eléctrico 1 en la red de distribución de energía eléctrica mostrada en la figura 4. En el disyuntor eléctrico 1 de la figura 5, elementos similares a los elementos mostrados en la figura 2 se han indicado con los mismos números de referencia, de modo que con respecto a esos elementos se puede hacer referencia a la descripción dada para la figura 1.

En la forma de realización de la figura 5, el medio de recepción y almacenamiento 17 de la orden de umbral de corriente se adapta para recibir las órdenes de umbrales de corriente CC a través de la comunicación de la línea de alimentación desde la línea de suministro de energía 2 que conecta al consumidor H_n con la red de BT. El número de referencia 171 indica un medio de acoplamiento capacitivo para tomar las señales de comunicación de la línea de alimentación generadas por el medio de comunicación CBT en la figura 4 desde la línea de suministro de energía 2. Estas señales de comunicación de la línea de alimentación que transportan las órdenes de umbrales de corriente CC son recibidas por la interfaz IF de la orden y almacenadas en la memoria de órdenes de umbrales de corriente MEM, tal como se ha descrito en lo que antecede. En el mercado se dispone de una gran variedad de productos y soluciones listos para usar, para implementar sistemas de comunicación de la línea de alimentación. Se puede adoptar cualquiera de estas soluciones de comunicación de la línea de alimentación para transmitir órdenes de umbrales de corriente CC al disyuntor eléctrico 1, de modo que en el presente documento se puede omitir una descripción detallada de la tecnología de comunicación de la línea de alimentación.

La figura 6 muestra una tercera forma de realización de un disyuntor eléctrico 1 de acuerdo con la presente invención. Esta forma de realización difiere

de la forma de realización de la figura 5 en la provisión de energía de los medios de medida de energía 18 para medir y contar la energía extraída por el consumidor de la red de distribución de energía a través de la línea de suministro de energía 2. En la forma de realización mostrada en la figura 6, el medio de medición de energía 18 recibe una señal de detección del nivel de corriente CL desde el detector de corriente 15. El medio de medición de energía 18 calcula la energía del nivel de corriente detectada CL y la tensión de suministro detectada U y acumula al menos la energía activa obtenida de la red de suministro de energía. La cantidad de energía acumulada se muestra en un visualizador 19. Los demás componentes del disyuntor eléctrico 1 de la forma de realización de la figura 6 corresponden a los componentes mostrados en la segunda forma de realización de la figura 5. A este respecto se hace referencia a la descripción ya proporcionada en lo que antecede.

La figura 7 muestra una forma de realización ventajosa del medio 13 para causar la apertura del circuito eléctrico por el disyuntor en respuesta a una señal de disparo. Esta forma de realización es adecuada para cualquiera de las formas de realización descritas en la presente memoria descriptiva. En la figura 7, los elementos similares o idénticos a los elementos mostrados en las figuras precedentes se han indicado con los mismos números de referencia. Con respecto a estos elementos se hace referencia a la descripción proporcionada en lo que antecede. En la forma de realización de la figura 7, el medio 13 comprende una bobina electromagnética 131 que está conectada para recibir la señal de disparo 14 desde el medio de procesamiento 16. La bobina 131 magnetiza un elemento móvil 132 que está mecánicamente acoplado a los contactos 111 del disyuntor 11. Además, el elemento móvil 132 también está acoplado con la palanca L para operar de forma manual el disyuntor 11. El número de referencia 133 indica un disyuntor auxiliar acoplado mecánicamente al elemento móvil 132. El disyuntor auxiliar 133 está conectado en serie con la bobina 131, de modo que la energización de la bobina 131 mediante la señal de disparo 14 depende del estado del disyuntor auxiliar 133. El número de referencia $\theta 11$ indica un desplazamiento del elemento móvil 132, por ejemplo un ángulo, que se requiere para abrir los contactos del disyuntor 11. De forma similar, $\theta 133$ indica un desplazamiento del elemento móvil 132, por ejemplo un ángulo, que se requiere para abrir el disyuntor auxiliar 133. De acuerdo con la forma de realización mostrada en la Figura 7, el disyuntor 11 y el disyuntor auxiliar 133 se construyen de modo que el desplazamiento $\theta 133$ requerido para abrir el disyuntor auxiliar 133 es más grande que el desplazamiento $\theta 11$ requerido para abrir el disyuntor 11. Cuando el medio de procesamiento 16 genera una señal de disparo 14, esta energizará la bobina 131 hasta que el desplazamiento del elemento móvil 132 es lo suficientemente grande para abrir el disyuntor auxiliar 133. A continuación, este desplazamiento será, con seguridad, lo suficientemente grande para abrir con fiabilidad los contactos 111 del disyuntor 11. Al mismo tiempo se consigue que una corriente a través de la bobina 131 no será ni mayor ni menor de lo necesario y no fluirá más tiempo del necesario para abrir con fiabilidad el disyuntor 11. La duración para la cual el medio de procesamiento 16 genera la señal de disparo 14 no es crítica.

De acuerdo con una modificación ventajosa de esta forma de realización, el acoplamiento mecánico de la palanca L con el disyuntor 11 se hace dependiente de si la bobina 131 se energiza o no. Si la bobina 131 se energiza, la palanca 11 se desacopla del disyuntor 11. Para ello, se puede proporcionar un elemento de acoplamiento electromagnético (no mostrado) para acoplar o desacoplar de forma selectiva la palanca L de los contactos del disyuntor 111. El elemento de acoplamiento electromagnético puede tener un gancho, leva, elevador móvil, o cualquier otro medio de enganche que pueda desviarse, por ejemplo por medio de un muelle, para acoplar mecánicamente la palanca L con los contactos 111 del disyuntor 11. El elemento de acoplamiento electromagnético tiene un medio para retirar electromagnéticamente el medio de enganche para desacoplar la palanca L de los contactos del disyuntor 111 cuando se energiza la bobina 131. Cuando el medio de procesamiento 16 emite una señal de disparo continua, por ejemplo en respuesta a una orden de interrupción de circuito externo (que ha hecho que el disyuntor 11 abra el circuito eléctrico 3) y, después, un usuario intenta mover la palanca L a la posición de cerrado del disyuntor 11 para reestablecer el circuito eléctrico 3, esto tendrá como resultado que el disyuntor auxiliar 133 cerrará antes de que el disyuntor 11 se pueda cerrar, debido al hecho de que dado que el desplazamiento requerido para abrir el disyuntor 133 auxiliar es más grande que el desplazamiento requerido para abrir el disyuntor 11, el disyuntor 133 se cerrará antes de que el disyuntor 11 se pueda cerrar. Esto energizará la bobina 131 y desacoplará la palanca L de los contactos 111 del disyuntor antes de que los contactos 111 del disyuntor puede cerrar el circuito eléctrico. La bobina energizada generará además una fuerza sobre la palanca L que puede percibir el usuario para hacer que la palanca vuelva a la posición de abierto. Por otro lado, si ya no hay una señal de disparo desde el medio de procesamiento 16, la palanca se puede mover de nuevo a la posición de cerrado:

el elemento de acoplamiento electromagnético (no mostrado) puede comprender su propio accionador (p. ej., una bobina) conectado eléctricamente en serie con la bobina 131 o el elemento de acoplamiento electromagnético se puede conectar en el circuito magnético que se energiza mediante la bobina 131, de modo que siempre que la bobina 131 magnetiza el elemento móvil 132, se ejerce una fuerza magnética también sobre el medio de enganche para retirarlo del enganche con los contactos del disyuntor 111.

La figura 8 muestra un diagrama de flujo para ilustrar la operación de una forma de realización del medio de procesamiento. En esta forma de realización, el medio de procesamiento comprende un microprocesador y un programa asociada y una memoria de datos, así como puertos de entrada y salida. Estas estructuras de hardware están disponibles en el mercado, por ejemplo en forma de soluciones de microcontroladores embebidos en las que el microprocesador así como los dispositivos periféricos requeridos, como las memorias y los puertos de E/S, están integrados en un único chip. La forma de realización mostrada en la Figura 8 es solo una de una gran variedad de posibles implementaciones del medio de procesa-

miento 16 en cualquiera de las formas de realización previamente descritas del disyuntor eléctrico 1, como será evidente para los expertos en la técnica. En esta forma de realización, el microprocesador en el medio de procesamiento 16 está programado para realizar el flujo de operaciones mostrado en la Figura 8. Este flujo de operaciones alcanza el procesamiento del nivel de corriente detectado CL y la generación de la señal de disparo 14 dependiendo de una orden de umbral de corriente programado almacenada mantenida en la memoria MEM, que indica un umbral de corriente programado Ij y el tiempo de respuesta asociado Tj. El flujo de la Figura 8 implementa una medición redispensible de la duración de una condición de sobrecarga cuando el nivel de corriente detectada CL es superior al umbral Ij de la corriente, en el que una condición de sobrecarga no constante no conducirá a la generación de una orden de disparo 14, como se explicará a continuación.

S1 en la figura 8 indica una operación para inicializar un índice creciente i para tomar el valor 1. Este índice creciente se usará para identificar uno de los subintervalos K Ti del tiempo de respuesta programado Tj. El flujo de operación en la figura 8 pregunta para cada uno de los subintervalos K si prevalece la condición de sobrecarga. Si y solo si la condición de sobrecarga estaba presente para subintervalos K de Ti sucesivos, se generará la señal de disparo 14 para abrir el circuito eléctrico 3.

En la operación S2 de la figura 8 se carga un temporizador con el valor Ti. La operación S3 sirve para comprobar si el temporizador fijado en la operación S2 ha expirado (rama Y) o no (rama N). Después de la expiración del subintervalo Ti, el flujo prosigue a la operación S4, en la que se comprueba si el nivel de corriente CL es mayor que el umbral de corriente programado Ij. En caso negativo (rama N), el flujo vuelve a la operación S1 para reiniciar el índice creciente i. En caso afirmativo (rama Y para la operación S4), el flujo se mueve a la operación S5 con el fin de incrementar el índice i. Después, en la operación S6 se comprueba si el índice creciente supera un valor K que satisface la condición de que K veces Ti es igual al tiempo de respuesta programado Tj. En el caso negativo, la condición de sobrecarga no prevaleció durante más tiempo que el tiempo de respuesta programado Tj y el flujo retorna a la operación S2. En el caso afirmativo (rama Y), el flujo progresa a la operación S7 para generar una orden de disparo, es decir la señal de disparo 14 del medio de procesamiento 16.

El flujo de operaciones mostrado en la Figura 8 se puede iniciar como una rutina de interrupción que se ejecutará siempre que el detector de corriente 15 indica que se ha superado un umbral de corriente programado Ij. En la alternativa, el flujo de la Figura 8 se puede ejecutar repetidamente a intervalos de tiempo regulares, por ejemplo disparado por una interrupción del temporizador, o el flujo de operaciones S1 a S7 se puede implementar como una subrutina llamada repetidamente por otras rutinas de software implementadas para la ejecución en el microcontrolador, por ejemplo en un modo de exploración. Si la orden de umbral de corriente indica una pluralidad de umbrales de corriente programados Ij y los tiempos de respuesta asociados Tj, como se muestra en, por ejemplo, la Figura 3b, el flujo de operaciones de la figura 8 se ejecutará para cada par programable de umbrales de corriente Ij y los tiempos de respuesta Tj asociados.

La figura 9 muestra una extensión ventajosa que proporciona una comprobación de seguridad cuando se ha generado una señal de disparo, con el fin de confirmar que el nivel de corriente detectado CL de hecho ha alcanzado el cero. En la operación S8 se comprueba si está presente una señal de disparo activa. En cuanto aparezca una señal de disparo (rama Y en la operación S 8), se realiza una comprobación de si el nivel de corriente CL ha alcanzado el valor cero. En el caso negativo (rama N en la operación S9), el flujo prosigue a la operación S10 para fijar una condición de alarma debido a la detección de un nivel de corriente mayor que cero a pesar de la generación de una orden de disparo para el disyuntor 11. Esta condición de alarma puede ser una indicación de audio y/o visual en el disyuntor eléctrico 1. Más preferentemente, el disyuntor eléctrico 1 comprende medios para comunicar esta condición de alarma al medio de comunicación CBT y/o a la administración central e instalaciones de control 21, que tomarán las medidas adecuadas.

La figura 10 muestra otra forma de realización del detector de corriente 15 y el medio de procesamiento 16 en cualquiera de las Figuras 2, 5 y 6. En la forma de realización de la figura 10, el número de referencia 152 indica un transductor de corriente para translucir la corriente que fluye a través de la línea de suministro de energía 2. 153 indica un convertidor para realizar una conversión en valor eficaz de la corriente detectada por el transductor de corriente 152 y para generar una señal de detección del nivel de corriente CL. 163 indica un circuito de filtro y de promedio que comprende un elemento RC para promediar y retrasar la señal de detección del nivel de corriente CL. 164 indica un circuito para transformar el umbral de corriente programable en una tensión de referencia V_{ref} , por ejemplo por medio del uso de un potenciómetro digital, como el bien conocido en la técnica que convierte el valor del umbral de la corriente digital en una posición de regulación del potenciómetro. 165 indica un circuito comparador que compara la señal de salida del filtro y realiza el promedio del circuito 163 con la tensión de referencia programada V_{ref} . 166 indica un circuito accionador, por ejemplo un transistor MOSFET o transistor bipolar que recibe en su puerta una señal de salida desde el circuito comparador 165. En cuanto la señal de salida del circuito 163 supera la tensión de referencia programada V_{ref} , el circuito comparador 165 genera una señal de puerta de modo que el transistor 166 se convierte en conductor y hace que una corriente de disparo fluya a través del medio 13 que, después, hará que el disyuntor abra el circuito eléctrico. En esta forma de realización, los elementos 163, 164, 165 implementan el medio de procesamiento 16 usando componentes de hardware.

La figura 11 muestra otra forma de realización más del detector de corriente 15 y el medio de procesamiento 16. Los elementos similares a los elementos mostrados en la figura 10 se indican con los mismos números de referencia. Con respecto a estos elementos, se hace referencia a la descripción de la figura 10. En la figura 11, 1631 indica un convertidor de frecuencia de tensión para convertir la señal de detección del nivel de corriente CL en una frecuencia correspondiente. 1632 indica un divisor de frecuencia, que divide la frecuencia proporcionada por el convertidor de frecuencia de la corriente 1631 por un factor determinado por el umbral de corriente programado alma-

cenado en la memoria MEM del disyuntor eléctrico 1. El divisor de frecuencia emite una señal dividida ck para marcar un contador 1651. 1642 indica un circuito para convertir el intervalo de tiempo programado asociado con el umbral de corriente programado desde la representación digital almacenada en la memoria MEM en una señal para controlar la frecuencia de un oscilador 1641. El oscilador 1641 emite una señal de reinicio al contador 1651 con una frecuencia de acuerdo con el intervalo de tiempo programado T_j . Si la señal de salida del divisor de frecuencia CK se produce con una frecuencia superior por un factor dado que la frecuencia de la señal de reinicio, el contador 1651 emitirá una señal de rebosamiento al transistor accionador 166 con el fin de generar una señal de disparo.

De acuerdo con esto, la forma de realización mostrada en la Figura 11 implementa el medio de procesamiento 16 en un hardware de modo que el medio de procesamiento 16 puede generar la señal de disparo 14 en función de una orden de umbral de corriente programable almacenada que indica un umbral de corriente I_j y un intervalo de tiempo de respuesta asociado T_j y en función de la detección del nivel de corriente que fluye en el circuito eléctrico 3.

Las formas de realización descritas hasta ahora comprenden un disyuntor 11 que puede ser disparado por el primer medio 13 y también por el segundo medio 12 proporcionado de forma ventajosa como reserva. El disyuntor 11 puede ser un disyuntor mecánico con contactos móviles 111 para abrir o cerrar el circuito eléctrico. Como alternativa, el disyuntor 11 puede estar compuesto por una conexión en serie de un disyuntor mecánico y un disyuntor en estado sólido, por ejemplo un tiristor. El disyuntor mecánico está mecánicamente acoplado al segundo medio 12 y el disyuntor en estado sólido recibe una señal de control desde el primer medio 13 de acuerdo con la señal de disparo 14 desde el medio de procesamiento 16.

En las formas de realización descritas en lo que antecede, las características del disyuntor se alcanzan detectando la corriente que fluye a través del disyuntor eléctrico y controlando el disyuntor de acuerdo con uno o más umbrales de corriente programables y los intervalos del tiempo de respuesta relacionados. Las características termomagnéticas del disyuntor se pueden proporcionar como margen de seguridad, mientras que los umbrales de operación reales se pueden programar en el disyuntor eléctrico. Esto permite convertir al umbral de disparo en dependiente de, por ejemplo, la presente carga en la red de distribución de energía, del momento del día o de parámetros más complejos como el tipo de cliente (p. ej., hospital frente a consumidor privado) y la situación actual de la carga en la red de distribución de energía. Por tanto, el disyuntor eléctrico programable permite una adaptación remota a los cambios en el contrato de suministro y/o las medidas contadoras eficaces en situaciones de emergencia, por ejemplo cuando se acerca a la carga máxima que puede soportar la red.

Aunque las formas de realización descritas en lo que antecede se basan en una detección de la corriente que fluye en el circuito eléctrico 3, el experto entenderá que sería posible alcanzar esencialmente los mismos efectos si en lugar de, o además de, la detección de la corriente que fluye en el circuito 3, se detecta la alimentación activa y/o reactiva que alimenta el circuito eléctrico. De forma similar, los umbrales

de corriente programables descritos en lo que antecede pueden definir los umbrales de corriente o los umbrales de energía o una entidad compleja adecuada compuesta por corriente y energía. Siempre que la descripción anterior se refiere a la detección de los

5

niveles de corriente o la programación de los umbrales de corriente, se debe entender el término corriente en este sentido más general. Los signos de referencia en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitantes de su alcance.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un disyuntor eléctrico (1) para proteger un circuito eléctrico (3) contra cargas de corriente excesivas, que comprende

- un disyuntor (11) para disponerse en dicho circuito eléctrico (3);
- primer medio (13) para hacer que dicho disyuntor (11) abra dicho circuito eléctrico (3) en respuesta a una señal de disparo (14);
- medio (17) para recibir (IF) y almacenar (MEM) una orden de umbral de corriente programable (CC);
- medio (15) para detectar un nivel de corriente (CL) en dicho circuito eléctrico (3); y
- medio de procesamiento (16) para generar dicha señal de disparo (14) en función de dicha orden de umbral de corriente programable almacenada (CC) y dicho nivel de corriente detectado (CL);

que se **caracteriza** por

- un segundo medio (12) para hacer que dicho disyuntor (11) abra dicho circuito eléctrico (3) si una corriente que fluye en dicho circuito eléctrico supera una corriente asignada predeterminada (I_R) por un periodo de tiempo mayor a una duración especificada (31, 32).

2. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho segundo medio (12) comprende

- un elemento de detección del nivel de corriente térmico; y
- medio para hacer que dicho disyuntor (11) abra dicho circuito eléctrico (3) si dicho elemento de detección del nivel de corriente térmico supera un umbral de temperatura.

3. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho segundo medio (12) comprende

- un medio de detección del nivel de corriente electromagnético que incluye una bobina; y
- medio para hacer que dicho disyuntor (11) abra dicho circuito eléctrico (3) si una fuerza magnética generada por dicha bobina supera un umbral.

4. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho segundo medio (12) comprende

- un medio de detección del nivel de corriente térmico para detectar térmicamente una cantidad de corriente, (I) que fluye en dicho circuito eléctrico;
- medio para hacer que dicho disyuntor abra dicho circuito eléctrico (3) si dicho medio de detección del nivel de corriente térmico supera un umbral de temperatura que determina la corriente asignada (I_1) de dicho disyuntor eléctrico (1);
- medio de detección del nivel de corriente elec-

tromagnético que incluye una bobina para generar una fuerza magnética de acuerdo con la cantidad de corriente (I) que fluye en dicho circuito eléctrico (3); y

- medio para hacer que dicho medio disyuntor abra dicho circuito eléctrico si dicha fuerza magnética generada por dicha bobina supera un umbral de fuerza (I_2);
- dicho medio de detección de corriente electromagnético y dicho medio de detección del nivel de corriente térmico están dimensionados de modo que un nivel de corriente eléctrica (I_2) correspondiente a dicho umbral de fuerza es mayor que dicho nivel de corriente eléctrica asignada (I_1).

5. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho disyuntor (11) comprende

- un elemento de interrupción mecánica en serie con un elemento de interrupción en estado sólido;
- dicho segundo medio (12) para hacer que dicho disyuntor abra dicho circuito eléctrico si una corriente (I) que fluye en dicho circuito eléctrico (3) supera una corriente asignada predeterminada (I_1) está dispuesto para disparar dicho elemento de interrupción mecánico; y
- dicho primer medio (13) para hacer que dicho disyuntor abra dicho circuito eléctrico en respuesta a una señal de disparo (14) está dispuesto para disparar dicho elemento de interrupción en estado sólido.

6. El disyuntor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho primer medio (13), dicho segundo medio (12) y dicho disyuntor (11) están integrados en una única unidad.

7. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho medio (15) para detectar un nivel de corriente en dicho circuito eléctrico comprende

- medio (R) para convertir una corriente eléctrica que fluye en dicho circuito eléctrico en una tensión; y
- medio (151) para detectar dicha tensión y emitir una señal de detección del nivel de corriente (CL) correspondiente.

8. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho medio (15) para convertir una corriente eléctrica en una tensión comprende una impedancia en paralelo (R) o una disposición de bobinas acopladas magnéticamente para constituir un transformador o un dispositivo de efecto hall o un resistor magnético o una bobina de Rogosky.

9. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho medio de procesamiento (16) está adaptado para generar dicha señal de disparo (14) después de que dicho nivel de corriente detectado (CL) ha superado de forma continua dicho umbral de corriente programado (I_3 , I_4 , I_5) para una duración T_j especificada.

10. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha duración específica se puede programar para depender del nivel detectado de corriente (CL) en dicho circuito eléctrico (3).

11. El disyuntor eléctrico de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, que comprende medio (17) para recibir y almacenar una orden que especifica dicha duración Tj.

12. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, que comprende

- medio para almacenar un segundo umbral de corriente (I_1) mayor que dicho umbral de corriente programado (I_3, I_4, I_5);
- siendo dicha duración específica una primera duración predeterminada o programada, si dicho nivel de corriente detectado (CL) está por encima de dicho umbral de corriente programado (I_3, I_4, I_5) y por debajo de dicho segundo umbral de corriente (I_1), y una segunda duración, predeterminada o programada, y más corta que dicha primera duración si dicho nivel de corriente detectado (CL) está por encima de dicho segundo umbral de corriente (I_1).

13. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende

- medio para recibir una segunda orden de umbral de corriente;
- estando dicho segundo medio de almacenamiento de umbral de corriente adaptado para almacenar dicho segundo umbral de corriente de acuerdo con dicha segunda orden de umbral de corriente.

14. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que

- dicho umbral de corriente programable (I_3, I_4, I_5) es menor que dicho nivel de corriente asignado (I_1); y
- dicho segundo umbral de corriente (I_1) es menor que el nivel de corriente (I_2) correspondiente a dicho umbral de fuerza.

15. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho medio de procesamiento (16) está adaptado para:

- proporcionar una pluralidad de relaciones funcionales (331, 332, 333), especificando cada una para una pluralidad de niveles de corriente (I) una duración asociada correspondiente (t); y
- seleccionar una de dichas relaciones funcionales (331, 332, 333) de acuerdo con dicha orden de umbral de corriente (CC).

16. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dichas relaciones funcionales se almacenan en dicho medio de procesamiento (16) en forma de tablas o en forma de rutinas de software para calcular dichas relaciones funcionales.

17. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende el medio (17) para recibir una orden de cierre de circuito; y medio (13) para operar dicho disyuntor (11) para cerrar circuito eléctrico en respuesta a dicha orden de cierre de circuito.

18. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende el medio (17) para recibir una orden de interrupción del circuito; y medio (13) para operar dicho disyuntor (11) para abrir circuito eléctrico (3) en respuesta a dicha orden de interrupción del circuito.

19. El disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende el medio de comunicación de la línea de alimentación (171, IF) para recibir dichas órdenes a través de una línea de alimentación eléctrica pública (BT, 2) que alimenta dicho circuito eléctrico (3) a través de dicho disyuntor (11).

20. El disyuntor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que

- dicho primer medio (13) comprende una bobina (131) para accionar magnetoeléctricamente un miembro móvil (132) y un disyuntor auxiliar (133) conectados en serie con dicha bobina (131);
- estando dicho disyuntor (11) y dicho disyuntor auxiliar (133) acoplados mecánicamente con dicho miembro móvil (132) para su accionamiento;
- siendo un desplazamiento (θ 133) requerido para abrir dicho disyuntor auxiliar (133) más grande que un desplazamiento (θ 11) requerido para abrir dicho disyuntor (11).

21. Un medidor de electricidad (100) para medir la cantidad de energía suministrada a un consumidor de electricidad (Hn) a través de un circuito eléctrico (3) que comprende un disyuntor eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

22. El medidor de electricidad (100) de acuerdo con la reivindicación 21, que comprende

- medio (18) para multiplicar dicho nivel de corriente detectado (CL) con una tensión de suministro (U) de dicho circuito eléctrico (3) con el fin de obtener una medida de los niveles de energía instantáneos activos y reactivos suministrados a dicho circuito eléctrico (3); y
- medio (18) para integrar dichos niveles de energía instantáneos obtenidos en el tiempo con el fin de obtener la energía activa y reactiva suministrada a dicho circuito eléctrico (3).

23. Una red de distribución de energía, que comprende

- al menos una planta de energía eléctrica para generar energía eléctrica para distribuir a una pluralidad de consumidores (H1, H2, ..., Hn).
- una red de distribución de energía eléctrica (AT, MT, BAT) para distribuir la energía generada por dicha al menos una planta de energía a dichos consumidores (H1, H2, ..., Hn); y
- Una pluralidad de disyuntores de circuito eléctrico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 y/o una pluralidad de medidores de electricidad (100) de acuerdo con la reivindicación 21 ó 22.

24. La red de distribución de energía de acuerdo con la reivindicación 23, que comprende la adminis-

tración y el control de instalaciones (21) para monitorizar las condiciones de carga en dicha red de distribución de energía (AT, MT, BT) y para generar al menos una de dichas órdenes para dichos disyuntores de circuito eléctrico (1) de acuerdo con dichas condiciones de carga monitorizadas.

25. La red de distribución de energía de acuerdo con la reivindicación 24, que comprende

- una pluralidad de subestaciones primarias (Tp) dispuestas entre porciones de alta tensión (AT) y porciones de media tensión (MT) de dicha red de distribución de electricidad;
- una pluralidad de subestaciones secundarias (Ts) dispuestas entre porciones de media tensión (MT) y porciones de baja tensión (BT) de dicha red de distribución de electricidad;
- medio de comunicación (CBT) dispuesto en al menos una de dichas subestaciones secundarias para recibir órdenes de dichas instalaciones de administración y control (21) y para generar dichas órdenes de umbrales de corriente

(CC) y/o órdenes de cierre del circuito y/u órdenes de interrupción del circuito de acuerdo con las órdenes recibidas de dichas instalaciones de administración y control (21);

- medio de comunicación de la línea de alimentación (24) para inyectar dichas órdenes generadas por dicho medio de comunicación (CBT) en una porción de baja tensión (BT, 2) de dicha red de distribución de electricidad para la transmisión a al menos uno de dichos consumidores de electricidad (H1, ... , Hn).
- estando dichas instalaciones de administración y control (21) y dicho medio de comunicación (CBT) dispuestos de modo que se comunican entre sí a través de una red de teléfono público (20).

26. La red de distribución de electricidad de acuerdo con la reivindicación 25, en la que dicha red de teléfono público es una red de telefonía móvil inalámbrica (20, 23).

FIG.1

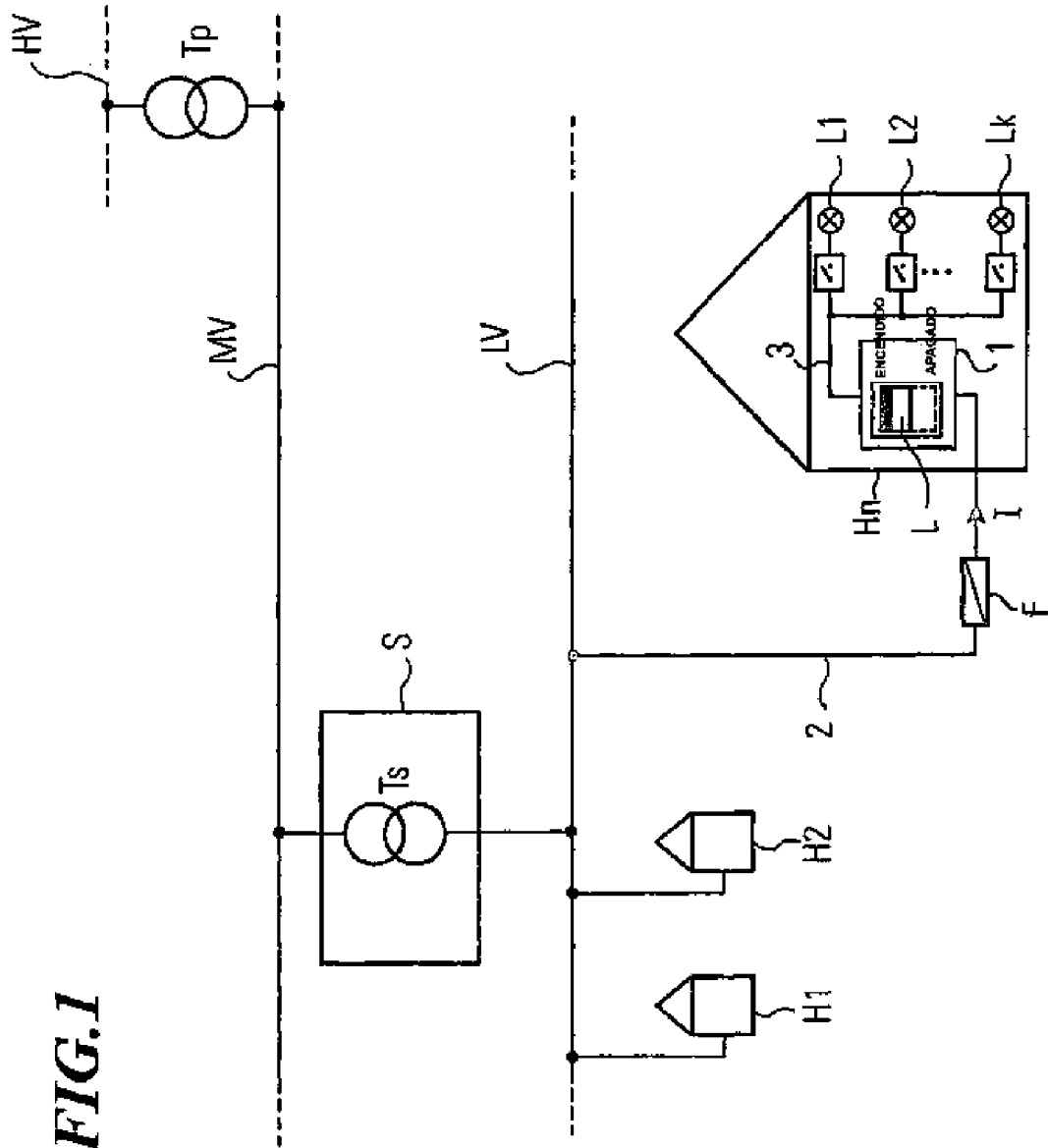


FIG.2

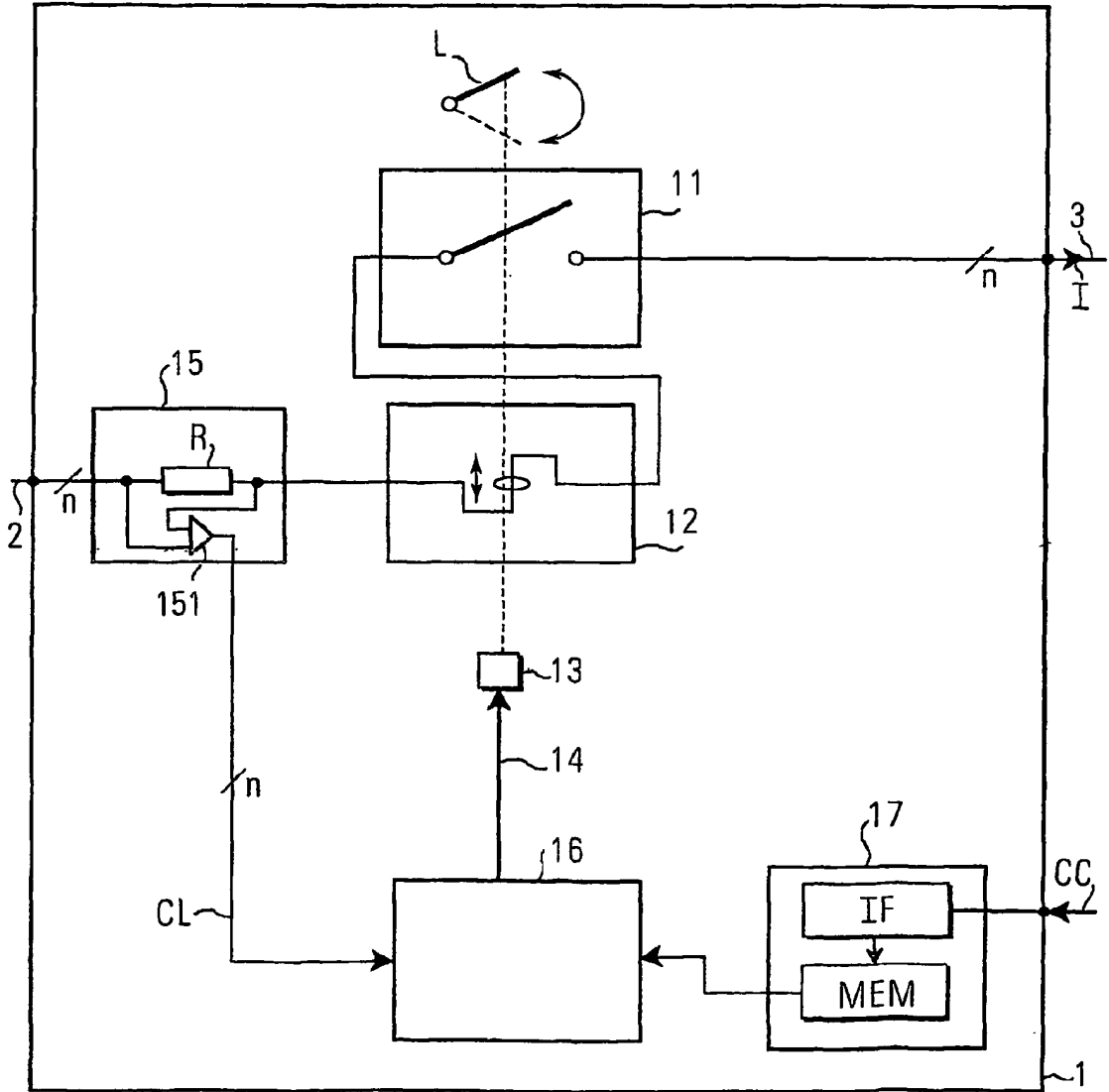


FIG.3a

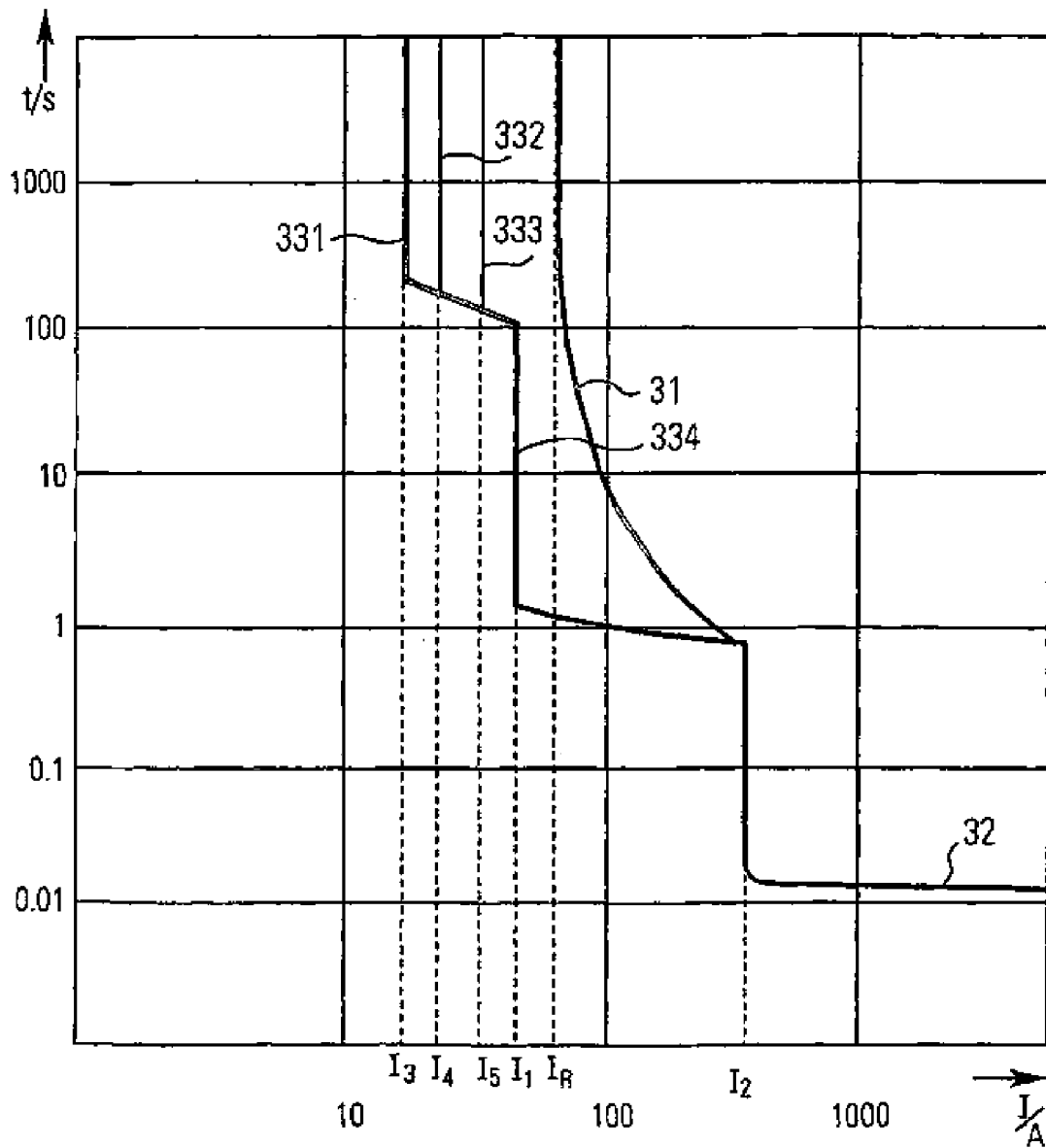
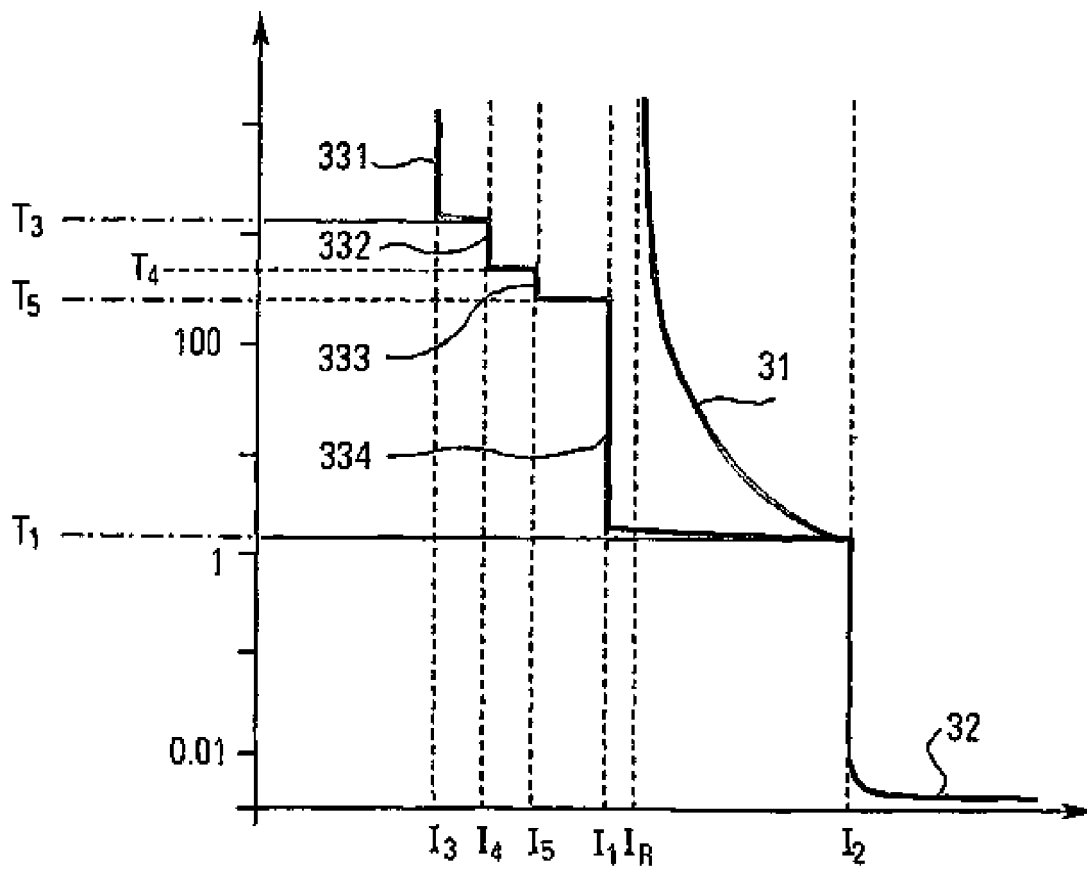


FIG.3b



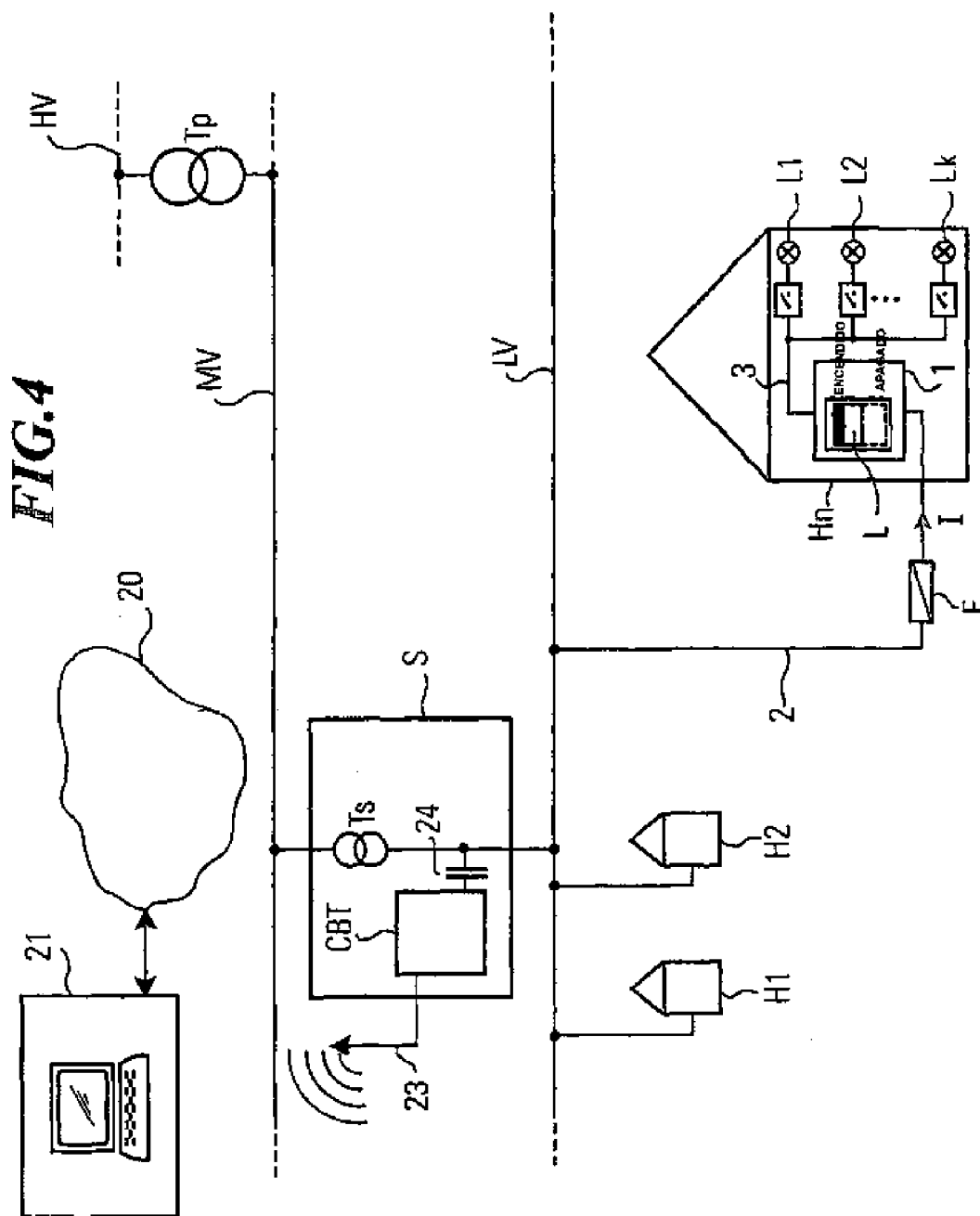


FIG.5

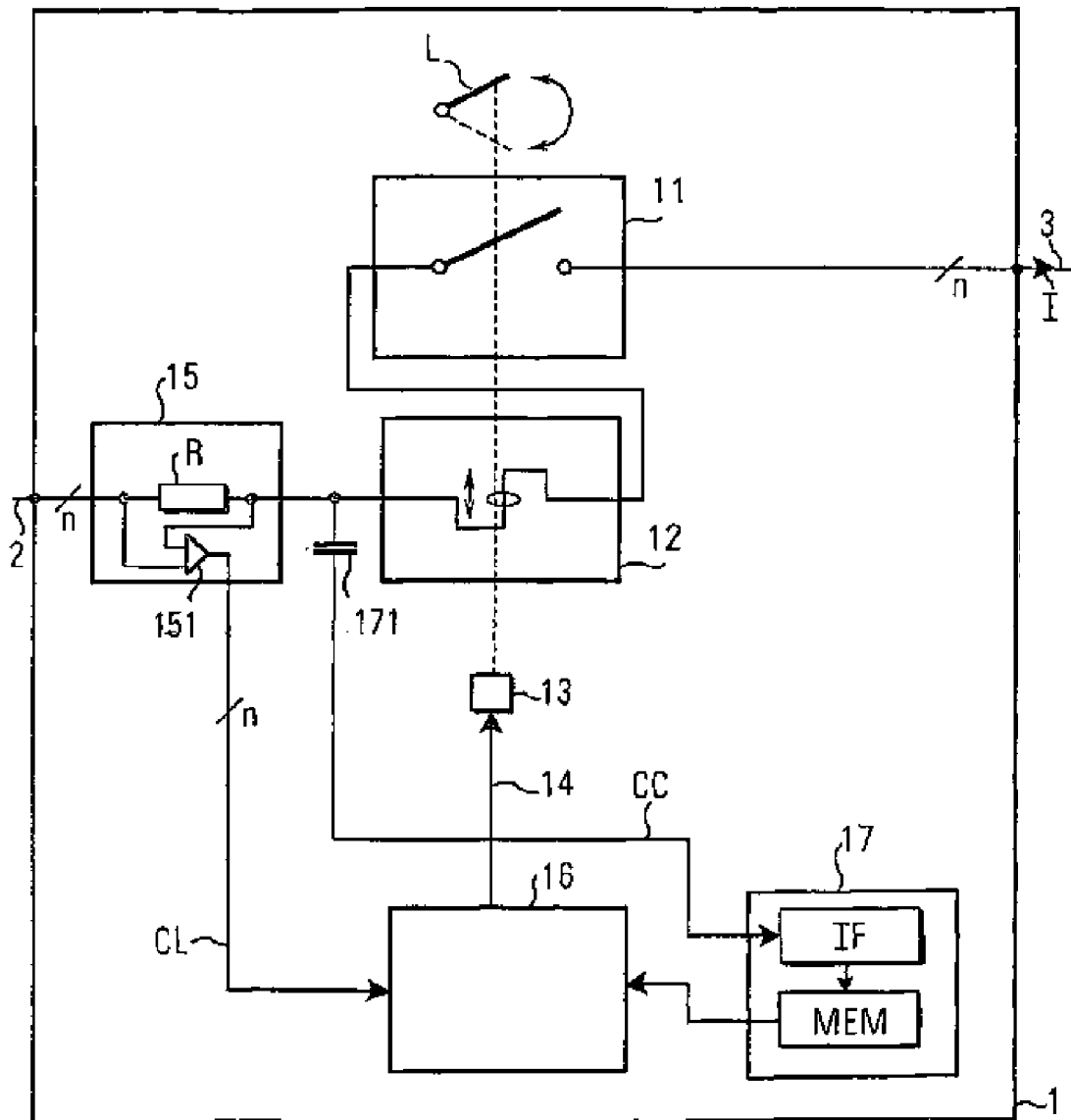


FIG.6

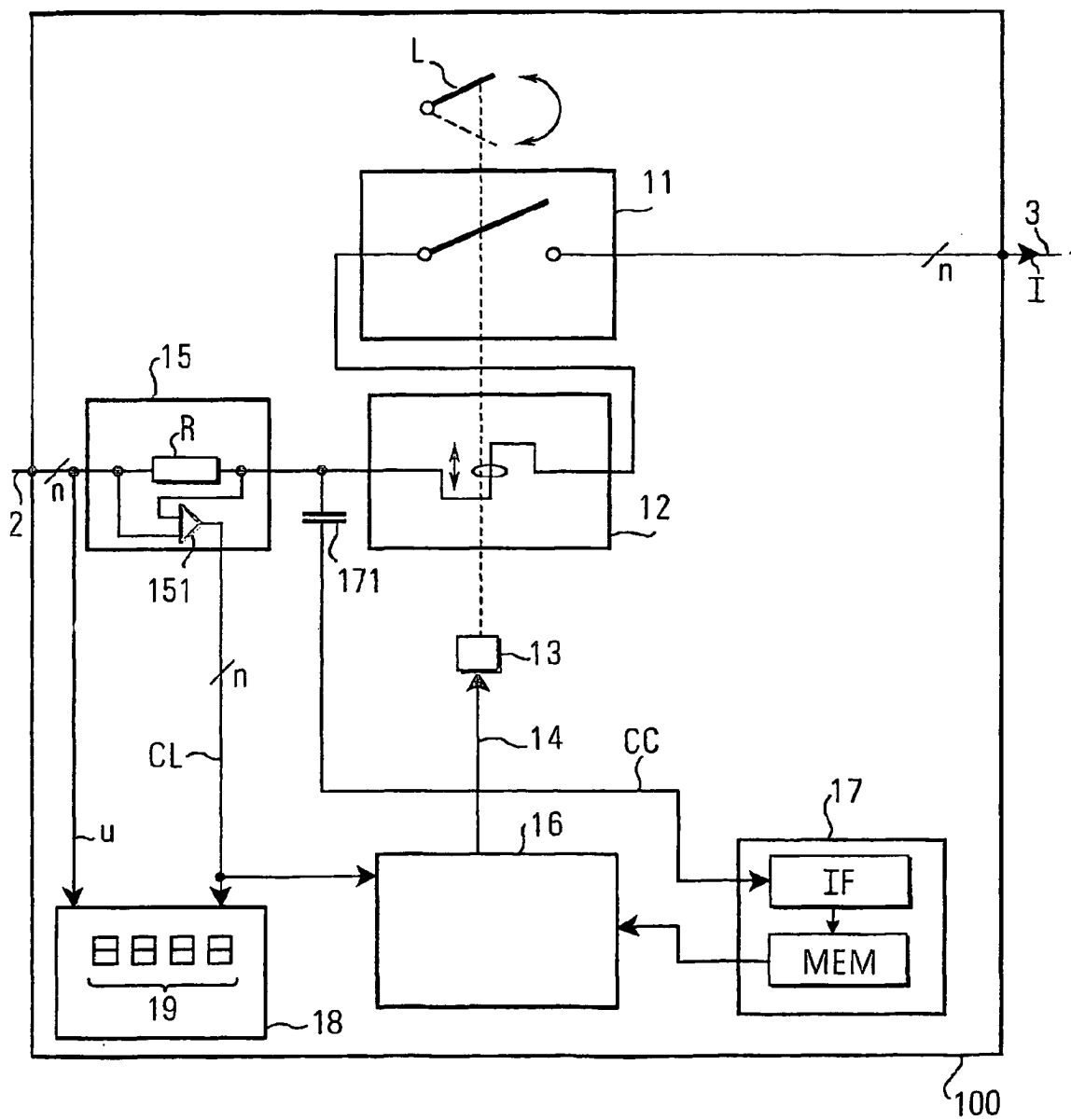


FIG. 7

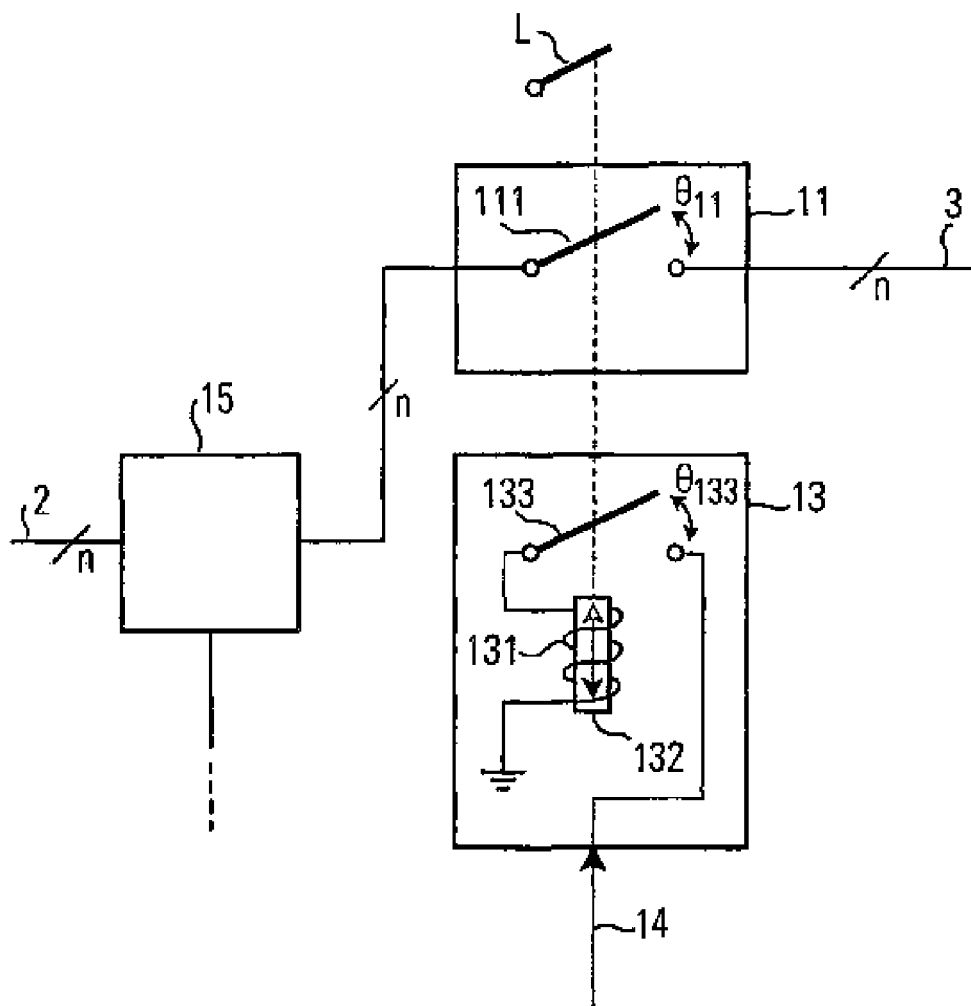


FIG.8

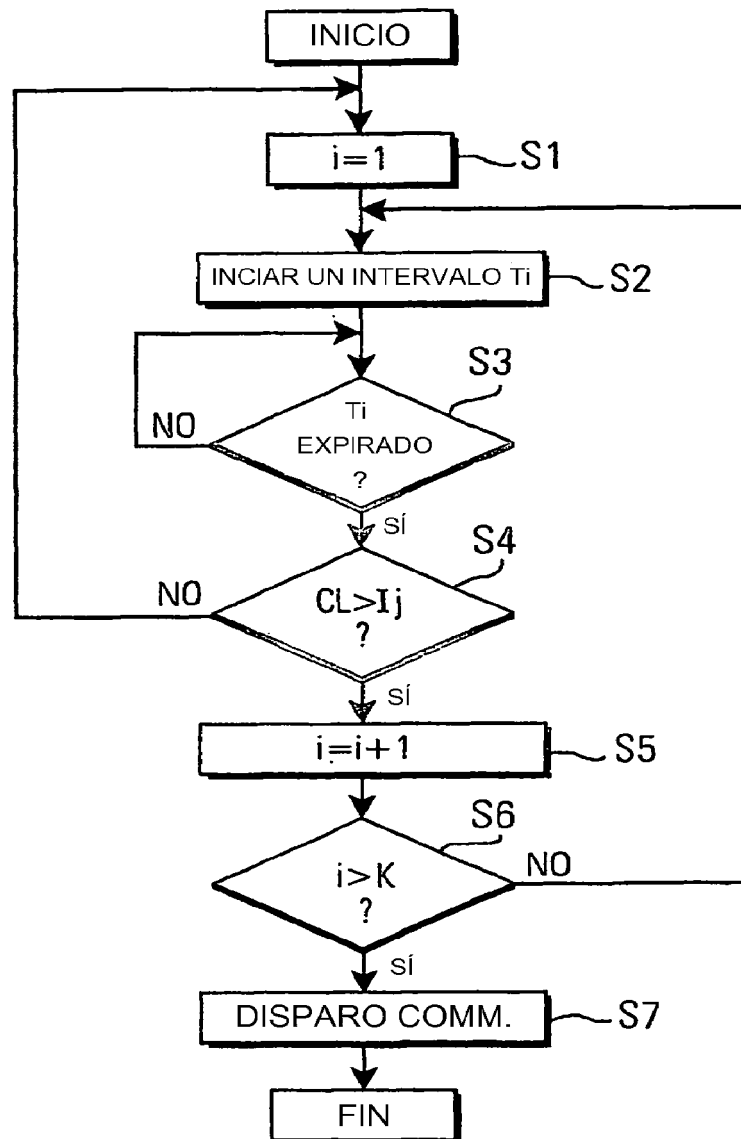


FIG.9

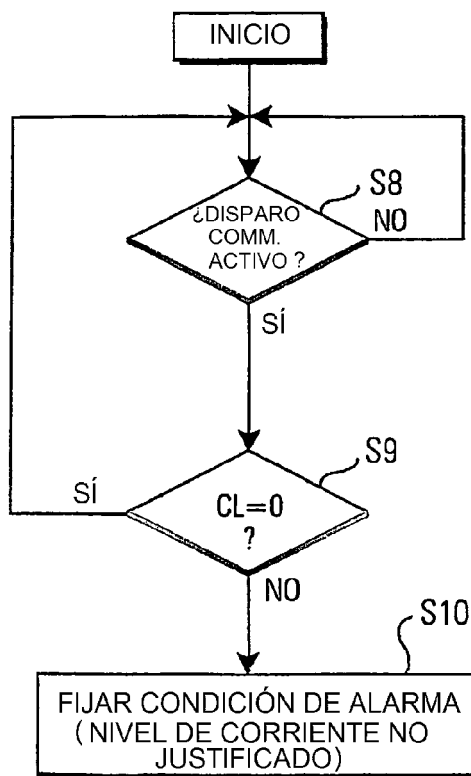


FIG.10

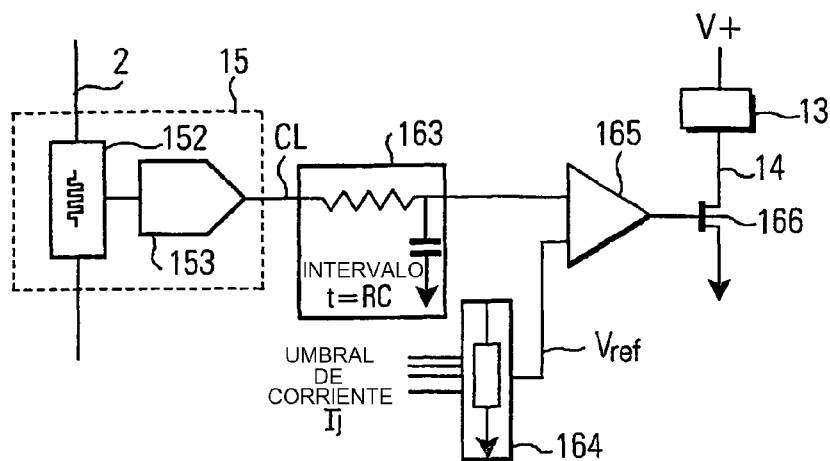


FIG.11

