

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 245**

51 Int. Cl.:

**H02H 9/00** (2006.01)

**H02H 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2014 PCT/GB2014/053491**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15079220**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2014 E 14803235 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3075049**

54 Título: **Limitador de corriente de irrupción**

30 Prioridad:

**26.11.2013 GB 201320839**

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

**08.06.2020**

73 Titular/es:

**KEYMED (MEDICAL & INDUSTRIAL EQUIPMENT)  
LTD. (100.0%)  
KeyMed House, Stock Road, Southend-on-Sea  
Essex SS2 5QH, GB**

72 Inventor/es:

**WHITE, WILLIAM JOHN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 765 245 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

Limitador de corriente de irrupción

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la protección de corriente de irrupción tras las desconexiones momentáneas de una fuente de alimentación. Tal dispositivo puede ser útil en equipos médicos electrónicos donde la activación espontánea del suministro de red que resulta de una corriente de irrupción es específicamente indeseable.

10 **Antecedentes**

15 Cuando una fuente de alimentación conectada a un dispositivo electrónico está activada, se proporciona una corriente inicial por la fuente de alimentación al dispositivo electrónico. Esta corriente inicial puede venir en una oleada que es mucho mayor que la corriente que fluye en una operación de estado estable de dicho dispositivo. Un aumento de corriente de este tipo se conoce como corriente de irrupción, y puede conducir a una activación de un dispositivo de protección que soporta el dispositivo electrónico o a un daño permanente para los componentes electrónicos del dispositivo electrónico.

20 La corriente de irrupción para los dispositivos electrónicos puede limitarse proporcionando un componente resistivo entre la fuente de alimentación y el dispositivo electrónico. Un ejemplo de un componente de este tipo es un termistor de coeficiente de temperatura negativa (NTC). La resistencia de un termistor de NTC disminuye a medida que aumenta la temperatura del termistor de NTC. Al proporcionar uno o más termistores de NTC en serie entre el suministro de corriente y el dispositivo electrónico, se proporciona una resistencia para reducir la corriente que fluye hacia el dispositivo electrónico. Cuando el dispositivo se enciende por primera vez, los termistores de NTC están "fríos" y, por lo tanto, impiden la corriente de irrupción y limitan el efecto de dicha corriente de irrupción en el dispositivo electrónico. Esta resistencia se reducirá significativamente a medida que los termistores de NTC se calienten por la corriente que fluye a través de los mismos, proporcionando de este modo una resistencia limitada a la corriente final en estado estable que fluye hacia el dispositivo.

30 Una desventaja de emplear termistores de NTC como un medio para la protección de corriente de irrupción es que, después de que se retira la corriente que fluye a través de los mismos, los termistores de NTC permanecen "calientes" con una baja resistencia. Por lo tanto, si la corriente se apaga y se vuelve a encender a continuación antes de que los termistores de NTC hayan podido enfriarse a un estado de alta resistencia, se proporcionará una protección limitada o nula para proteger contra cualquier corriente de irrupción asociada con este encendido. A veces, el pico de corriente será modesto o ausente, en cuyo caso el equipo continuará como si nada hubiera sucedido, pero en ocasiones el pico será muy grande y puede hacer que se active un dispositivo de protección.

40 Una solución a este problema es desviar el suministro de corriente lejos de los termistores de NTC después de un período inmediatamente posterior al encendido de la fuente de alimentación en el que se produce la corriente de irrupción (el período de irrupción). Los termistores de NTC, sin corriente que fluya a través de los mismos, pueden enfriarse en preparación para un encendido posterior y un pico de corriente de irrupción resultante. Por ejemplo, puede proporcionarse un circuito de temporización que active un interruptor que cortocircuite los termistores de NTC después de un período de tiempo preestablecido. Una vez que se apaga el suministro, el circuito de temporización pierde energía y posteriormente el interruptor se reinicia, lo que permite la protección de corriente de irrupción para un encendido posterior de la fuente de alimentación.

50 Sin embargo, en un circuito de este tipo el interruptor de un circuito de temporización de este tipo no se desactiva inmediatamente después del apagado del suministro. Esto es una consecuencia de la carga residual retenida dentro del circuito (por ejemplo, en los condensadores empleados en la circuitería de temporización o en los condensadores de depósito empleados para amortiguar la tensión de irrupción del circuito de temporización), que tarda un tiempo en descargarse. Por lo tanto, los componentes dentro del circuito de temporización aún están sujetos a un potencial de accionamiento durante este período de caída, incluyendo el interruptor. Por lo tanto, el interruptor se desconectará después de un tiempo dependiente de la disminución de la carga residual contenida en el circuito. Por lo tanto, después de apagar el suministro, hay un corto período de tiempo antes de que el interruptor se reinicie. Si bien el período de tiempo de reinicio del interruptor es significativamente más corto que el tiempo de enfriamiento de los termistores de NTC, esto todavía puede ser problemático si hay una reconexión de la fuente de alimentación dentro de este período. Esto se debe a que mientras los termistores de NTC pueden estar en un estado "frío" y de alta resistencia, todavía están en cortocircuito y, por lo tanto, no están dispuestos para limitar cualquier corriente de irrupción. Por lo tanto, en este corto período de tiempo, la circuitería es vulnerable a las corrientes de irrupción.

65 Puede producirse un gran aumento de la corriente de irrupción, por ejemplo, en dispositivos que incluyen un transformador de separación, donde las interrupciones momentáneas provocan que el transformador se caiga y a continuación se encienda de nuevo, haciendo que el núcleo del transformador llegue a saturarse a medida que el suministro se reconecta. En una situación similar, pueden producirse grandes corrientes de irrupción si el enchufe de la red eléctrica está enchufado al dispositivo pero la conexión no se realiza de manera limpia, es decir, hay una serie

de conexiones momentáneas, y cada una de las mismas hace que los termistores se calienten y reduzcan su eficacia. Si el dispositivo de protección se activara bajo estas condiciones, es posible que no pueda reiniciarse hasta algún tiempo después, cuando los termistores se hayan enfriado.

5 En consecuencia, existe una necesidad de proporcionar una protección de corriente de irrupción en el caso de breves interrupciones de la fuente de alimentación.

10 En la patente de Estados Unidos US 8.582.262 B2, se analiza un limitador de corriente, que incluye una interfaz configurada para conectarse entre una fuente de alimentación y una carga; un sensor de perturbación, configurado para monitorizar la fuente de alimentación en busca de una perturbación durante la operación de la carga; y un activador, configurado para recibir una señal de control del sensor de perturbaciones y para activar el limitador de corriente basado en la señal de control.

15 En la patente de Estados Unidos 5.087.871, se analiza un circuito de fuente de alimentación que incluye un circuito de limitación de corriente para limitar la corriente de irrupción cuando la fuente de alimentación está encendida.

### Sumario de la invención

20 La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

25 En un ejemplo, se describe un dispositivo para limitar el componente de corriente de irrupción de una corriente proporcionada por un suministro a una carga, comprendiendo el dispositivo una impedancia dispuesta entre la alimentación y la carga, un interruptor dispuesto para desviar la corriente de la impedancia, un temporizador de período de irrupción conectado al suministro y dispuesto para activar el interruptor después de la expiración del período de tiempo de irrupción, siendo el período de tiempo de irrupción un período de tiempo que comienza cuando el suministro se vuelve activo, de tal manera que la fuente está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga y un circuito de reinicio conectado al suministro y al temporizador de período de irrupción, estando el circuito de reinicio dispuesto para reiniciar el temporizador de período de irrupción y desactivar de este modo el interruptor en respuesta a que el suministro se vuelva inactivo de tal manera que la corriente no está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga. Dentro de la siguiente descripción, se hace referencia a un "encendido" o "apagado" del suministro, pero debe entenderse que el significado de estos términos no se limita a un encendido o apagado activo, tal como la intervención de un usuario. También se entiende que estos términos significan otros eventos de cese y reanudación del suministro, tal como durante las "desconexiones" temporales. Por lo tanto, se entiende que un "encendido" del suministro significa que el suministro se vuelve activo de tal manera que la corriente está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga, y se entiende que un "apagado" del suministro significa que el suministro se vuelve inactivo de tal manera que la corriente no está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga.

40 En un ejemplo ventajoso, la impedancia es un termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC). Un termistor de NTC es muy adecuado para la protección de corriente de irrupción, ya que proporciona la mayor resistencia al comienzo de un evento de irrupción, cuando la propia corriente es mayor.

45 La presente invención aborda el problema de cómo proporcionar protección de corriente de irrupción que sigue a la reconexión de una fuente de alimentación durante un período después de que el suministro se ha desconectado, pero antes de que el circuito de protección de corriente de irrupción se haya reiniciado. Sin que el temporizador de irrupción se reinicie por un circuito de reinicio separado, el tiempo necesario para reinstalar la protección de corriente de irrupción es el tiempo necesario para el deterioro de la carga retenida en los componentes electrónicos del temporizador de irrupción, tal como en un condensador de depósito. Al implementar un circuito de reinicio separado, el interruptor se desactiva tan pronto como se produce un evento de apagado, reduciendo significativamente el período en el que el sistema es vulnerable a la corriente de irrupción.

50 En un ejemplo ventajoso adicional, el circuito de reinicio está dispuesto para desactivar el interruptor reiniciando el temporizador de período de irrupción. Esto puede lograrse, por ejemplo, cortocircuitando un condensador de temporización del temporizador de período de irrupción, simplificando de este modo la construcción del circuito.

55 En un ejemplo ventajoso adicional, el circuito de reinicio comprende además un detector de baja tensión para generar un pulso de reinicio en una salida tras la identificación de una tensión por debajo de un umbral predefinido y un filtro de pulso de reinicio conectado a la salida del detector de baja tensión, estando el filtro de pulso de reinicio dispuesto para activar un reinicio del temporizador de período de irrupción cuando el pulso de reinicio es de una duración determinada. El detector de baja tensión y el filtro de pulso de reinicio operan para distinguir entre un evento de "apagado" genuino y un evento de simplemente baja tensión, tal como un evento de cruce por cero. Por lo tanto, un reinicio del temporizador de período de irrupción se activa solo en respuesta a una verdadera desconexión del suministro. En otro ejemplo ventajoso adicional, el circuito de reinicio comprende una red de RC.

65 En un ejemplo ventajoso adicional, el circuito de reinicio incorpora un supresor de activador en la forma de una red de retroalimentación, donde el supresor de activador está conectado al temporizador de período de irrupción y está

dispuesto para evitar la generación de pulsos de reinicio durante un período activo, siendo el período desde el encendido del suministro hasta la expiración del período de irrupción. Durante la protección de corriente de irrupción, la caída de potencial a través de la impedancia puede dar como resultado un cambio desventajoso en la tensión de la fuente de alimentación suministrada al circuito de temporización de irrupción, lo que puede resultar en un reinicio prematuro y no deseado del temporizador de período de irrupción. La red de retroalimentación evita este reinicio no deseado.

En un ejemplo ventajoso adicional, la activación del interruptor se obtiene a partir de la salida de un comparador, estando el comparador dispuesto para comparar la tensión en el condensador de temporización del temporizador de período de irrupción contra una tensión de referencia. Un comparador tiene una salida que depende de los valores de referencia y entrada, que puede modificarse para proporcionar una conmutación precisa en ejemplos específicos.

En un ejemplo ventajoso adicional, el comparador del temporizador de período de irrupción está dispuesto para cambiar el valor de referencia del comparador después de que se haya activado el interruptor. Por ejemplo, el comparador puede incorporar un diodo de retroalimentación para introducir histéresis. El interruptor debe activarse una vez que finaliza el período de irrupción, pero puede producirse un recruce de los valores del comparador para volver a activar el interruptor innecesariamente; una vez que la salida del comparador conmuta, el diodo de retroalimentación cambiará el valor de referencia para el comparador para evitar este recruce.

En otro ejemplo ventajoso, el dispositivo comprende además un interruptor de salida dispuesto para controlar la corriente proporcionada a la carga, y un temporizador de desactivación de salida conectado al suministro, estando el temporizador de desactivación de salida dispuesto para activar el interruptor de salida después de la expiración de un período de desactivación de salida, siendo el período de desactivación de salida un período de tiempo que comienza cuando el suministro se vuelve activo, de tal manera que la corriente está disponible para que el suministro la proporcione a la carga. El período de desactivación de salida tiene una duración tal que el interruptor de salida no está activo mientras el circuito limitador de irrupción está activo. Tener la salida conectada durante el período de irrupción puede conducir a un aumento de la corriente a través de la impedancia, provocando un calentamiento acelerado. Desactivar la salida durante un período de tiempo después del encendido disminuye esta corriente y el consiguiente calentamiento del termistor. En un ejemplo ventajoso, el período de desactivación de salida está dispuesto para comenzar después de la activación del suministro que sigue a un período sostenido de inactividad tal como tras un primer encendido del suministro.

En un ejemplo ventajoso adicional, el dispositivo comprende un interruptor operado manualmente, de tal manera que el relé de control de salida (y por lo tanto el interruptor de salida) también pueden controlarse por un interruptor exterior operado manualmente, conectado al dispositivo por un cable u otro medio, permitiendo de este modo al usuario encender o apagar manualmente la alimentación de la carga según sea necesario.

En un ejemplo ventajoso, el circuito de reinicio no reinicia el temporizador de desactivación de salida. Debido a que el temporizador de irrupción está diseñado para reiniciarse muy rápidamente, es preferible mantener el interruptor de salida separado del temporizador de período de irrupción, ya que es deseable que la salida sea capaz de "resistir" las interrupciones momentáneas.

De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona un método para limitar el componente de corriente de irrupción de una corriente proporcionada entre un suministro y una carga, comprendiendo el método proporcionar una impedancia entre el suministro y la carga para crear una resistencia contra la corriente de irrupción; iniciar un temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva activo de tal manera que la corriente está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga; después de la expiración de un período de tiempo de irrupción, siendo el período de tiempo de irrupción un período de tiempo posterior al inicio del temporizador de período de irrupción, activar un interruptor para desviar la corriente de la impedancia; desactivar el interruptor y reiniciar el temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva inactivo de tal manera que la corriente no está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga.

En un ejemplo ventajoso adicional, el método comprende además usar un detector de baja tensión para generar un pulso de reinicio tras la identificación de una tensión por debajo de un umbral predefinido; y usar un filtro de pulso de reinicio para filtrar los pulsos de reinicio de una duración inferior a la duración de pulso de reinicio mínima para identificar un pulso de reinicio que sea capaz de provocar la desactivación del interruptor en respuesta a que el suministro se vuelva inactivo.

En otro ejemplo ventajoso, el método comprende además iniciar un temporizador de desactivación de salida para desviar la corriente de la carga durante la duración aproximada del temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva activo de tal manera que la corriente está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga. En un ejemplo ventajoso, el temporizador de desactivación de salida se inicia en respuesta a que el suministro se vuelva activo después de un período sostenido de inactividad, tal como tras un primer encendido del suministro. Esto evita solo caídas momentáneas que afectan al suministro de corriente a la carga.

En otro ejemplo ventajoso, el temporizador de desactivación de salida no se reinicia activamente en respuesta a un

apagado del suministro.

En otro ejemplo ventajoso, el método comprende además establecer la duración del temporizador de desactivación de salida basándose en el período de tiempo de irrupción.

5 Otras características y ventajas de la invención preferidas se exponen en la descripción y en las reivindicaciones dependientes que se adjuntan a la misma.

**Breve descripción de los dibujos**

10 Las realizaciones de la invención se describirán ahora por medio de un ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

15 la figura 1 muestra un esquema para un dispositivo de la técnica anterior con protección de corriente de irrupción básica;

la figura 2 muestra un esquema para un dispositivo de la técnica anterior con protección de corriente de irrupción reiniciable;

la figura 3 muestra un esquema para la protección de corriente de irrupción de la presente invención;

20 la figura 4 muestra una realización de la presente invención, en la forma de un diagrama de circuito que comprende el temporizador de período de irrupción y los circuitos de reinicio;

la figura 4A ilustra el diagrama de circuito de la figura 4, donde se incluye un componente de diodo adicional de acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención;

la figura 5 ilustra la operación dependiente del tiempo del circuito de protección de corriente de irrupción de la presente invención;

25 la figura 5A ilustra otra operación dependiente del tiempo del circuito de protección de corriente de irrupción de la presente invención;

la figura 6 muestra un esquema para un dispositivo de la técnica anterior que proporciona protección de corriente de irrupción incluyendo la desconexión de la carga por un relé de control de salida;

30 la figura 7 muestra un esquema para una realización ventajosa de la presente invención, que es un dispositivo para proporcionar protección de corriente de irrupción que incluye un relé de control de salida y un temporizador de desactivación de salida;

la figura 8 muestra un circuito de un temporizador de desactivación de salida, que es una característica de una realización ventajosa de la presente invención;

35 la figura 8A muestra el circuito del temporizador de desactivación de salida de la figura 8, con un enlace entre los componentes eliminados;

la figura 9 muestra un diagrama de circuito de una realización ventajosa de la presente invención, comprendiendo el circuito un temporizador de período de irrupción, un circuito de reinicio y un temporizador de desactivación de salida;

40 la figura 9A muestra el diagrama de circuito de la figura 9, pero sin valores específicos para los componentes de circuito;

la figura 9B muestra el diagrama de circuito de la figura 9 donde se ha incluido un componente de diodo adicional de acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención;

la figura 9C muestra el diagrama de circuito de la figura 9A, pero con valores específicos para los componentes de circuito proporcionados.

45 **Descripción detallada**

Las realizaciones preferidas de la presente invención se proporcionan a continuación haciendo referencia a las figuras adjuntas.

50 La figura 1 muestra un circuito básico para proporcionar protección de corriente de irrupción, bien entendido por los expertos en la materia. Un suministro 2 está conectado a una carga 3. Dispuesta entre el suministro 2 y la carga 3 hay una impedancia 5, donde la impedancia 5 puede ser una resistencia, pero preferentemente es un termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC). A partir de ahora se hará referencia a un termistor de NTC, pero debe entenderse que pueden usarse impedancias alternativas. La disposición del termistor de NTC 5 entre el suministro 2 y la carga 3 proporciona una alta resistencia a las corrientes en un período inmediatamente posterior al encendido inicial del suministro, y una baja resistencia durante la operación en estado estacionario. Después de apagar el suministro 2, el termistor de NTC 5 permanece en un estado "caliente" de baja resistencia durante un período en el que se enfría a un estado de alta resistencia. Por lo tanto, un período vulnerable, un período en el que se proporciona una protección de corriente de irrupción limitada o ninguna, sigue al apagado de la fuente de alimentación. En este caso, el período vulnerable es el tiempo de enfriamiento del termistor de NTC 5.

65 La figura 2 muestra un esquema que ilustra un dispositivo para reducir el período vulnerable identificado anteriormente, tal como el implementado, por ejemplo, en la estación de trabajo endoscópica móvil Olympus WM-NP2. Un suministro 2 está conectado a una carga 3. Conectando el suministro 2 y la carga 3 está un termistor de NTC 5. Conectado a través del termistor de NTC 5 hay un interruptor de derivación 7, dispuesto de tal manera que al

cerrar el interruptor se cortocircuitará el termistor de NTC 5 de tal manera que la corriente se desvía del termistor de NTC 5. El suministro 2 también está conectado a un circuito de temporización 9. El suministro 2 puede conectarse al circuito de temporización 9 directamente o, ventajosamente, mediante la interposición de un transformador de separación (no mostrado) o por medio de un devanado auxiliar en dicho transformador de separación que conecta el suministro 2 a la carga 3. El circuito de temporización 9 comprende un convertidor de CA-CC 11, un temporizador de período de irrupción 23 y un relé de derivación 25 donde el convertidor de CA-CC 11 está conectado al temporizador de período de irrupción 23 y al relé de derivación 25, y el temporizador de período de irrupción está conectado al relé de derivación 25. El circuito de temporización 9 está acoplado comunicativamente al interruptor de derivación 7 por medio del relé de derivación 25, por lo que activar y desactivar el relé de derivación da como resultado un cierre y una apertura del interruptor de derivación 7 respectivamente.

Antes de un encendido inicial del suministro 2, el interruptor de derivación 7 está abierto y el termistor de NTC 5 está en un estado de alta resistencia. Tras un encendido inicial, el termistor de NTC 5 está dispuesto entre el suministro 2 y la carga 3 y proporciona resistencia a una corriente de irrupción. El encendido inicial del suministro activa el circuito de temporización 9 por medio de la provisión de un potencial de CA al convertidor de CA-CC 11, que a su vez proporciona un potencial de CC al temporizador de período de irrupción 23 para iniciar el temporizador de período de irrupción 23. Después de que haya transcurrido un período de operación del circuito de temporización, el temporizador de período de irrupción activa el relé de derivación 25, tal como para cerrar el interruptor de derivación 7 a través del termistor de NTC 5. El período de operación del circuito de temporización desde el encendido del suministro hasta el cierre del interruptor se conoce como el "período de limitación de irrupción" y puede ser un valor predefinido o un valor fijo. El cierre del interruptor de derivación 7 da como resultado un cortocircuito del termistor de NTC 5, que desvía la corriente del termistor de NTC 5. Por lo tanto, el suministro continúa proporcionando corriente a la carga 3 en una operación de estado estable pero la desviación de corriente del termistor de NTC 5 permite que el termistor de NTC 5 se enfríe en preparación para un encendido posterior del suministro 2.

Sin embargo, cuando el circuito está dispuesto de tal manera que el interruptor de derivación 7 está cerrado, el termistor de NTC 5 está en cortocircuito y ya no está dispuesto para proporcionar protección de corriente de irrupción. El interruptor de derivación 7 se controla activando y desactivando el relé de derivación 25 y, por lo tanto, la protección de corriente de irrupción no puede estar en su lugar hasta que el relé de derivación 25 que controla el interruptor se desactive y se abra el interruptor de derivación 7. El relé de derivación 25 no se desactivará inmediatamente después de un apagado del suministro, debido a que mientras que el suministro 2 dejará de proporcionar una salida, el convertidor de AC-DC 11 continuará proporcionando una corriente después de que el suministro se apague debido a la carga retenida en el convertidor de AC-DC 11 (por ejemplo, en uno o más condensadores de depósito, usados para amortiguar una tensión de CC). Por lo tanto, el potencial proporcionado al relé de derivación 25 por medio del temporizador de período de irrupción 23 decaerá a medida que la carga en el convertidor de AC-DC 11 decaiga y el relé de derivación 25 no se desconectará hasta que haya transcurrido un período de tiempo, el período de tiempo dependiente del tiempo de retención de los componentes electrónicos tal como un condensador de depósito. Si el dispositivo se apaga y se vuelve a encender antes de que haya transcurrido este período de tiempo y antes de que el relé de derivación se haya desactivado, no habrá una protección de corriente de irrupción disponible. Por lo tanto, el dispositivo de la figura 2 todavía tiene un período vulnerable, que corresponde al tiempo de desconexión del relé de derivación 25.

La figura 3 muestra un esquema de un dispositivo 1 para limitar la componente de corriente de irrupción de una corriente proporcionada por un suministro 2 a una carga 3 de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. El dispositivo se implementa para proporcionar un medio para permitir que el relé de derivación 25 y el temporizador de período de irrupción 23 se reinicien rápidamente en preparación para un nuevo inicio. El dispositivo 1 con protección de corriente de irrupción comprende un suministro 2 conectado a una carga 3. El suministro 2 puede conectarse directamente o, ventajosamente, por medio de un transformador de separación (no mostrado). Dispuesta entre el suministro 2 y la carga 3 hay una impedancia, siendo la impedancia preferentemente un termistor de NTC 5. El dispositivo 1 comprende además un interruptor de derivación 7 dispuesto para desviar la corriente de la impedancia. El interruptor de derivación 7 está conectado a través del termistor de NTC 5 y está dispuesto de tal manera que al cerrar el interruptor de derivación 7 cortocircuitará el termistor de NTC. El dispositivo comprende además un circuito de temporización 10 dispuesto para controlar el interruptor de derivación 7, donde el circuito de temporización 10 se conecta al suministro 2. El suministro 2 puede conectarse al circuito de temporización 10 directamente o, ventajosamente, por medio de un transformador de separación (no mostrado) o por medio de un devanado auxiliar en un transformador de separación que conecta el suministro 2 a la carga 3. El circuito de temporización 10 comprende un convertidor de AC-DC 11, un temporizador de período de irrupción 23, un circuito de reinicio 51 y un relé de derivación 25. El circuito de temporización 10 está acoplado comunicativamente al interruptor de derivación 7 por medio del relé de derivación 25, por lo que al activar y desactivar el relé de derivación da como resultado un cierre y una apertura del interruptor de derivación 7. El temporizador de período de irrupción 23 está conectado al suministro 2 por medio de una conexión con el convertidor de AC-DC 11 y al relé de derivación 25. El circuito de reinicio 51 está conectado al suministro 2, por medio de una conexión con el convertidor de AC-DC 11, y al temporizador de período de irrupción 23. El círculo de reinicio está dispuesto para desactivar el interruptor de derivación 7 y reiniciar el temporizador de período de irrupción 23 en respuesta a un apagado del suministro.

En una realización adicional ventajosa, el circuito de reinicio 51 puede comprender un detector de baja tensión 99 y

un filtro de pulso de reinicio 66. El detector de baja tensión está conectado al suministro 2 por medio de una conexión con el convertidor de AC-DC 11, y el circuito de reinicio 51 está conectado al suministro 2 por medio de una conexión con el detector de baja tensión 99. En otra realización ventajosa adicional, el circuito de reinicio 51 puede incorporar un supresor de activación en la forma de una red de retroalimentación 68 para contrarrestar las operaciones espurias. La red de retroalimentación 68 está conectada al temporizador de período de irrupción y está dispuesta para evitar la generación de pulsos de reinicio hasta la expiración del período de limitación de irrupción.

En el circuito de la figura 3, las operaciones del convertidor de AC-DC 11, el temporizador de período de irrupción 23 y el relé de derivación 25 son como se han descrito anteriormente con respecto a la figura 2 (es decir, el temporizador de período de irrupción 23 está dispuesto para iniciarse en respuesta a un encendido del suministro 2 y después de un período de tiempo posterior al encendido del suministro 2, el temporizador de período de irrupción 23 cierra el interruptor de derivación 7 por medio de la activación del relé de derivación 25 para cerrar el interruptor de derivación 7). En el dispositivo de la figura 3 y en contraste con el dispositivo de la figura 2, una vez que se apaga el suministro 2, el circuito de reinicio 51 opera en respuesta a una observación de este apagado (un "evento de apagado"). La operación del circuito de reinicio 51 es tal que desconecta el relé de derivación 25, reduciendo de este modo significativamente el período vulnerable. Esta desconexión del relé de derivación 25 se logra mediante el circuito de reinicio 51 que reinicia activamente el temporizador de período de irrupción 23 en respuesta a una observación de un evento de apagado de la fuente de alimentación. El potencial de accionamiento a través del relé de derivación 25 se elimina y, en consecuencia, el relé de derivación 25 se desactiva, provocando que el interruptor de derivación 7 se desactive. Esto está en contraste con el circuito de la figura 2, donde no se observa un evento de apagado y el relé de derivación 25 y el interruptor de derivación 7 se desactivan simplemente esperando que decaiga la carga residual en el temporizador de período de irrupción 23. En la realización ventajosa donde el circuito de reinicio 51 comprende un detector de baja tensión 99 y un filtro de pulso de reinicio 66, el detector de baja tensión 99 y el filtro de pulso de reinicio 66 operan para filtrar apariciones de simplemente baja tensión (por ejemplo, cruces de tensión por cero) de las que corresponden a un apagado del dispositivo. El detector de baja tensión 99 recibe una entrada del convertidor de AC-DC 11 para identificar cuándo una tensión aplicada cae por debajo de un umbral predeterminado. Tras observar un potencial por debajo del umbral especificado por el detector de baja tensión 99, el circuito de reinicio 51 genera un pulso de reinicio en una salida del detector de baja tensión 99. La salida del detector de baja tensión 99 se proporciona al filtro de pulso de reinicio 66. Si la tensión permanece por debajo de este umbral durante un cierto período de tiempo, el pulso de reinicio tendrá una duración suficiente para que el circuito de reinicio desactive el interruptor y reinicie el temporizador de período de irrupción como se ha indicado anteriormente, por medio de la salida del filtro de pulso de reinicio 66 provocando un reinicio del temporizador de período de irrupción 23. Si la tensión no permanece por debajo de este umbral durante dicho período de tiempo, entonces el circuito de reinicio 51 no provocará un reinicio del temporizador de período de irrupción 23 para desactivar el relé de derivación 25. Este período de tiempo es preferentemente lo suficientemente corto como para minimizar el tiempo de reinicio del relé de derivación 25 y del temporizador de período de irrupción 23, pero no demasiado corto como para identificar incorrectamente los eventos de apagado. Más ventajosamente, la ruta de la señal de reinicio al temporizador de período de irrupción 23 también puede comprender una red de retroalimentación 68 acoplada al circuito de reinicio 51 para suprimir los pulsos de reactivación de la fuente de alimentación hasta el final del período de protección de irrupción, como se describe a continuación en una realización adicional.

La figura 4 muestra un diagrama de circuito para el circuito de temporización 10 expuesto en la figura 3, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. El circuito de temporización 10 comprende un convertidor de AC-DC 11. La entrada del convertidor de AC-DC 11 está provista de una corriente alterna (AC) por medio de un devanado auxiliar 15 en un transformador 130 conectado a un suministro 2. En esta realización, la tensión de CA del devanado auxiliar 15 es de 12 V, pero puede suministrarse un potencial alternativo mediante una elección adecuada de suministro y devanados. El convertidor de AC-DC 11 emite una corriente continua (CC) desde una entrada de la CA proporcionada por el devanado auxiliar. El convertidor de AC-DC 11 comprende un rectificador de puente 13, donde las entradas positivas y negativas del devanado auxiliar 15 están conectadas a las entradas positivas y negativas del rectificador 13 respectivamente. El convertidor de CA-CC 11 también comprende un condensador de depósito/amortiguamiento 17 dispuesto de tal manera que el ánodo y el cátodo del condensador de depósito 17 están conectados a las salidas positiva y negativa del rectificador de puente 13 respectivamente para estabilizar el potencial de activación en la salida del convertidor de CA-CC 11. Dispuesto entre el ánodo del condensador de depósito 17 y la salida positiva del rectificador de puente 13 hay un diodo Schottky 70 dispuesto de tal manera que el potencial en el ánodo del condensador de depósito 17 es el potencial amortiguado, y en la salida del rectificador de puente está el potencial rectificador, no amortiguado. El potencial rectificador no amortiguado en la salida positiva del rectificador de puente 13 se proporciona a la salida de monitorización 103, y el potencial amortiguado en el ánodo del condensador de depósito se proporciona a la salida positiva 101 del convertidor de AC-DC 11. La salida en el cátodo del condensador de depósito 17, correspondiente a la salida en la salida negativa del rectificador de puente 13, se proporciona a la salida negativa 102 del convertidor de CA-CC, que se establece en cero voltios.

Un carril positivo 24 y un carril de tensión cero 22 están conectados a la salida positiva y negativa del convertidor de AC-DC 11 respectivamente. Un carril de potencial fijo 20 está conectado al carril positivo. Un diodo Zener 19 conecta un nodo 104 en el carril de tensión cero 22 a un nodo 105 en el carril de potencial fijo 20. El diodo Zener 19 está dispuesto en una polarización inversa con el fin de fijar la diferencia de potencial entre el carril de tensión cero 22 y el carril de potencial fijo 20. El valor de ejemplo de la diferencia de potencial fija se da en esta realización como 10 V,

pero puede fijarse cualquier diferencia de potencial por una elección adecuada del diodo Zener 19. Una resistencia de descarga 31 está dispuesta en el carril de potencial fijo 20 entre la salida 101 del convertidor de AC-DC y el nodo 105 para mitigar el daño al diodo Zener 19.

5 El circuito de temporización 10 comprende el convertidor de AC-DC 11, el temporizador de período de irrupción 23, que está conectado al carril de potencial fijo 20 y al carril de tensión cero 22, el relé de derivación 25 y el circuito de reinicio 51 que está conectado al carril de potencial fijo 20, al carril de tensión cero 22 y a la salida de monitorización 103. El circuito de reinicio 51 comprende además el detector de baja tensión 99, conectado al carril de potencial fijo 20, al carril de tensión cero 22 y a la salida de monitorización 103. El circuito de reinicio 51 está conectado a la salida  
10 de monitorización 103 por medio del detector de baja tensión 99. Conectado entre el carril positivo 24 y el temporizador de período de irrupción 23 está un relé de derivación 25. El relé de derivación está dispuesto para enviar una señal al interruptor de derivación 7 tras la aplicación de un potencial de accionamiento específico a través del relé de derivación 25. Conectado a través del relé de derivación está un diodo 27, implementado en polarización inversa para suprimir la fuerza contraelectromotriz del relé, y un diodo Zener 107 dispuesto en polarización directa  
15 para evitar el frenado regenerativo de la armadura del relé de derivación 25.

El temporizador de período de irrupción 23 comprende un condensador de temporización 29 y una resistencia 37 dispuestos en serie para conectar el carril de potencial fijo 20 al carril de tensión cero 22 de tal manera que el cátodo del condensador de temporización 29 está conectado al carril de tensión cero 22. Dispuesto entre el condensador de  
20 temporización 29 y la resistencia 37 está un nodo 38 conectado al terminal positivo (referencia) de un comparador 31, de tal manera que el comparador está dispuesto para hacer referencia al potencial en el nodo 38. El temporizador de período de irrupción 23 comprende además una resistencia 35 y una resistencia 33 dispuestas en serie para conectar el carril de potencial fijo 20 al carril de tensión cero 22 de tal manera que la resistencia 33 está directamente conectada al carril de tensión cero 22. Dispuesto entre la resistencia 35 y la resistencia 33 está un  
25 nodo 40 conectado al terminal negativo (referencia) del comparador 31, de tal manera que el comparador está dispuesto para hacer referencia al potencial en el nodo 40. El comparador 31 también obtiene su propia potencia del carril de potencial fijo 20 y el carril de tensión cero 22. El temporizador de período de irrupción 23 comprende además una resistencia 41 y un condensador de filtro 39 dispuestos en serie para conectar el carril de potencial fijo 20 al carril de tensión cero 22 de tal manera que el cátodo del condensador de filtro está conectado al carril de  
30 tensión cero 22. Dispuesto entre la resistencia 41 y el condensador 39 está un nodo 48. El nodo 48 está conectado a la salida lógica del comparador 31 y a la base de un transistor bipolar NPN 43 (aunque debe entenderse que pueden usarse transistores alternativos según sea apropiado, por ejemplo, un MOSFET de canal N). El emisor del transistor 43 está conectado al carril de tensión cero 22. La conexión entre el temporizador de período de irrupción 23 y el relé de derivación 25 se realiza por medio de la conexión del relé de derivación 25 al colector del transistor 43. En una  
35 realización ventajosa, una resistencia 44 conecta el colector del transistor 43 al nodo 40 para agregar histéresis al comparador 31 agregado para permitir una conmutación rápida y limpia. Alternativa y beneficiosamente, un diodo puede reemplazar a la resistencia 44 para producir una histéresis asimétrica más pronunciada.

El detector de baja tensión 99 del circuito de reinicio 51 comprende un nodo 72 que está conectado a la salida de  
40 monitorización 103. El nodo 72 está conectado además al carril de tensión cero 22 por una resistencia 55, y a la base de un transistor bipolar NPN 57 por una resistencia 53. Una resistencia 59 conecta el colector del transistor 57 al carril de potencial fijo 20. El emisor del transistor 57 está conectado al carril de tensión cero 22. Dispuesto entre la resistencia 59 y el emisor del transistor 57 está un nodo 74. Una resistencia 63 y un condensador 61 están dispuestos en serie para conectar el nodo 74 al carril de tensión cero 22 de tal manera que el cátodo del  
45 condensador 61 está conectado al carril de tensión cero 22. Dispuesto entre la resistencia 63 y el condensador 61 está un nodo 76. El nodo 76 está conectado a la base de un transistor 65. El emisor del transistor 65 está conectado al carril de tensión cero 22, y el colector del transistor 65 está conectado al nodo 38 del temporizador de período de irrupción 23. La resistencia 63, el condensador 61 y el transistor 65 son en esta realización los componentes del filtro de pulso de reinicio 66. El transistor de reinicio 65 y el transistor 57 son preferentemente transistores bipolares, ya que permiten la conmutación aumentando lentamente las tensiones cercanas al carril de 0 V (a diferencia de los FET que pueden requerir al menos 2 V para encenderse). Opcionalmente, el filtro de pulso de reinicio 66 comprende un  
50 diodo 67 conectado en paralelo con la resistencia 63, con el ánodo del diodo 67 conectado al nodo 76 y el cátodo del diodo 67 conectado al nodo 74. Esta realización ventajosa se ilustra en la figura 4A.

55 En uso, el circuito de la figura 4 puede operarse para ser sensible tanto a eventos de encendido como a eventos de apagado, para proporcionar protección de corriente de irrupción tanto después de un encendido inicial del suministro 2 así como los eventos de encendido posteriores del suministro 2. El devanado auxiliar 15 proporciona una tensión de CA al convertidor de CA-CC 11, que proporciona una salida de tensión de CC como se muestra en la figura 5.1. Antes de un encendido inicial en el evento 507, el convertidor de AC-DC 11 no proporciona tensión ni corriente. Una  
60 vez que se ha encendido el suministro, el rectificador de puente 13 proporciona una salida de onda completa rectificadas 502. El condensador de depósito 17 se cargará hasta la tensión máxima de la salida de onda completa rectificadas 502. Cuando la salida de onda completa rectificadas cae por debajo de un valor máximo, el condensador de depósito 17 se descargará con una constante de tiempo determinada por la capacitancia del condensador de depósito 17 y la resistencia general del circuito de temporización 10. La velocidad de decaimiento de la carga del  
65 condensador de depósito 17 es preferentemente tan larga como sea práctica para reducir la "tensión de rizado" que resulta de las salidas de tensión rectificadas amortiguadas. El diodo Schottky 70 evita el flujo de corriente en la

dirección de polarización inversa, de tal manera que la salida rectificadora de onda completa del rectificador de puente puede conservarse y proporcionarse a la salida de monitorización 103. La salida rectificadora y amortiguada en el condensador de depósito 17 se proporciona a la salida positiva 101 del convertidor de AC-DC. El convertidor de AC-DC 11 continúa suministrando una salida de CC al circuito 10 a través de una operación de estado estable del dispositivo hasta un evento de apagado 508. Después de este evento de apagado 508, la salida del rectificador de puente cae a cero y permanece a cero hasta un evento de encendido 509 posterior, en cuyo punto el rectificador de puente 13 reanuda el suministro de un potencial rectificado de onda completa. El potencial 501 en la salida positiva 101 no cae inmediatamente a cero, sino que decae a medida que decae la carga en el condensador de depósito. Esta salida se recargará al valor máximo cuando el suministro rectificado de onda completa se reanude después del evento de encendido 509. El efecto del diodo Zener 19 conectado entre el carril de potencial fijo 20 y el carril de tensión cero 22 es mantener el potencial 511 del carril de potencial fijo 20 a un cierto valor fijo (por ejemplo, 10 V).

A continuación, se resumirá la operación del temporizador de período de irrupción 23 haciendo referencia a la figura 5.2. Inmediatamente después del evento de encendido 507, el condensador de temporización 29 tendrá carga cero y el potencial 503, el potencial en el nodo 38, será cero. El condensador de temporización comenzará a cargarse a una velocidad derivable de la constante de tiempo, calculada a partir de la capacitancia del condensador de temporización 29 y la resistencia de la resistencia 37. A continuación, el potencial 503 comenzará a aumentar a medida que se cargue el condensador de temporización. Cuando el potencial 503 alcanza el valor de referencia del comparador  $V_C$ , que viene dado por el potencial del nodo 40, la salida 504 del comparador 31 conmutará de una salida de tensión cero al valor positivo, obtenido a partir del potencial en el carril de potencial fijo 20 y de los parámetros del comparador 31. Cuando la salida 504 del comparador 31 conmuta al valor positivo, la diferencia de potencial entre la base y el colector del transistor 43 cambiará, activando el transistor para permitir un flujo de corriente entre el colector y el emisor del transistor 43. Esto a su vez proporcionará un potencial de accionamiento a través del relé de derivación 25 para activar el relé de derivación 25 y, en consecuencia, cerrar el interruptor de derivación 7.

El condensador de filtro 39 y la resistencia 41 introducen un retardo muy corto en la operación del transistor 43, para evitar cualquier posibilidad de que el transistor 43 responda a picos de ruido transitorios que podrían imprimirse en las condiciones de operación normales.

El tiempo entre el evento de encendido 507 y el de cierre del interruptor de derivación 7 es el período en el que se proporciona una protección de corriente de irrupción y se conoce como el "período de tiempo de irrupción". Es deseable que un período de tiempo de irrupción siga a cada evento de encendido del suministro 2. Después del cierre del interruptor de derivación 7, la carga en el condensador de temporización 29 continúa aumentando de tal manera que la diferencia de potencial a través del condensador de temporización alcanza el potencial en el carril de potencial fijo 20, y permanece en este nivel durante la operación de estado estable del dispositivo. Después del evento de apagado 508, la carga del condensador de temporización 29 comenzará a decaer a medida que el condensador de depósito 17 decaiga, reduciendo el potencial 503 en la entrada positiva del comparador 31. La salida de comparador 31 conmuta de nuevo a una salida de tensión cero una vez que el potencial 503 cae por debajo de  $V_C$ , desconectando de este modo el relé de derivación 25 y desactivando el interruptor de derivación 7 en preparación para un evento de activación posterior 509.

Sin la acción del circuito de reinicio 51, que se detallará a continuación, esta desactivación dependerá del tiempo de espera del condensador de depósito 17 como se ha detallado anteriormente. Con la acción del circuito de reinicio 51, el condensador de temporización 29 se descargará rápidamente y desconectará el relé de derivación 25 después del tiempo de reacción 512. En la realización ventajosa donde se conecta un diodo en lugar de la resistencia 44, este diodo permitirá que la corriente fluya en una dirección desde el carril de potencial fijo al carril de potencial negativo por medio de la resistencia 35 y el colector-emisor del transistor 43. Esto provocará que se reduzca el potencial en el nodo 40 y, por lo tanto, el potencial en la entrada negativa del comparador (por ejemplo, de 5 V a 0,5 V). Esto tiene el efecto de reducir el valor de entrada negativo (el valor de referencia) del comparador después de que la entrada positiva al comparador cruce dicho valor de entrada negativo, evitando de este modo una doble activación de la entrada positiva del comparador volviendo a cruzar el valor de referencia.

La figura 5.3 detalla la operación del circuito de reinicio 51. El circuito de reinicio 51 comprende el transistor de reinicio 65 que, cuando se activa, cortocircuita el condensador de temporización 29 del temporizador de período de irrupción 23 con el fin de desconectar el relé de derivación 25 y desactivar el interruptor de derivación 7. La disposición del condensador de temporización de irrupción 29 y la resistencia 37 permite crear un cortocircuito simplemente conectando el transistor de reinicio 65 a través del condensador de temporización 29, simplificando de este modo la construcción y la operación del circuito de reinicio 51. El circuito de reinicio 51 está configurado para encender el transistor de reinicio 65 tras detectar un evento de apagado 508, y es deseable lograr el reinicio más rápido posible del relé de derivación 25 y del temporizador de período de irrupción 23 después de la observación del evento de apagado 508. Con el fin de identificar un evento de este tipo, el transistor de reinicio 65 está controlado por el detector de baja tensión 99, conectado a la salida de monitorización 103 para hacer referencia a la salida 502 del suministro rectificado de onda completa y configurado para ser sensible a una suspensión en la salida del rectificador de puente 13. El potencial en la base del transistor 57 variará con el suministro rectificado de onda

completa, provocando la diferencia de potencial entre la base y el emisor del transistor 57 que variará con la salida del rectificador de puente 13. Cuando esta salida está por encima de un valor nominal, por ejemplo 0,6 V, el transistor 57 se enciende para permitir un flujo de corriente entre el colector y el emisor, lo que significa que el potencial 505a en el nodo 74 se ajusta al del carril de tensión cero 22. Cuando el potencial cae por debajo de 0,6 V, el transistor 57 se apaga, deteniendo de este modo el flujo de corriente entre su colector y su emisor. A continuación, puede fluir una corriente desde el carril positivo 20 a través del nodo 74 a través de la red de filtro de pulso de reinicio 66 formada por la resistencia 63 y el condensador 61. Por lo tanto, el potencial 505a en el nodo 74 tendrá un valor finito cuando el transistor 57 se apaga, lo que se produce cuando la salida del rectificador de puente 13 es cero voltios, tal como cuando el suministro se desconecta en el evento de apagado 508. Sin embargo, la salida del rectificador de puente 13 también caerá por debajo del valor nominal de 0,6 V durante la operación de estado estable en los eventos de "cruce por cero" como se ilustra en la figura 5.1, una característica de una salida de tensión rectificadora de onda completa. Al implementar el filtro de pulso de reinicio 66, como se detalla a continuación, el circuito de reinicio 51 puede distinguir entre una caída de tensión provocada por un evento de apagado y una provocada por un cruce de tensión por cero.

Durante el período en que el potencial 502 está por debajo del valor nominal, una corriente fluirá a través de la resistencia de filtro 63 y comenzará a cargar el condensador de filtro 61. El potencial 506 a través del condensador de filtro 61 comenzará a aumentar con un tiempo de constante dependiente de la capacitancia del condensador de filtro 61 y de la resistencia de la resistencia 63. Cuando se alcanza un valor nominal para el potencial a través del condensador de filtro 61, por ejemplo 0,6 V, el transistor de reinicio 65 se activará y cortocircuitará el condensador de temporización 29. El transistor de reinicio 65 no se activará hasta que se haya alcanzado una carga suficiente en el condensador de filtro 61, así a menos que el pulso de reinicio tenga una duración suficiente, siendo la duración necesaria para cargar el condensador de filtro 61, el transistor de reinicio 65 no se activará para cortocircuitar el condensador de temporización 29. Por lo tanto, si la tensión rectificadora de onda completa cae por debajo del valor nominal durante solo un corto período de tiempo, el transistor de reinicio 65 no se activa. En consecuencia, se evita que una descarga del condensador de temporización 29 se active por eventos inocuos tales como un evento de cruce por cero. En la realización opcional donde el filtro de pulso de reinicio 66 comprende el diodo 67 conectado en paralelo con la resistencia 63, el condensador de filtro 61 puede descargarse rápidamente después de un encendido del transistor para garantizar que el condensador de filtro 61 se descargue completamente antes de que la tensión rectificadora de onda completa caiga de nuevo por debajo del valor nominal. Específicamente, cuando el transistor 57 se enciende de nuevo después de un período donde la tensión rectificadora de onda completa está por debajo del valor nominal, y el condensador de filtro 61 ha comenzado a cargarse, la tensión en el nodo 74 cae a cero y el condensador de filtro 61 se descarga rápidamente a través del diodo 67 en lugar de la resistencia de filtro 63.

Sin embargo, cuando se desactiva el suministro rectificado, el potencial 505a se convierte en un nivel de valor finito continuo 505b. A continuación, el condensador de filtro 61 continúa cargándose a un nivel para activar el transistor de reinicio 65. La activación del transistor de reinicio 65 descarga rápidamente el condensador de temporización 29. Por lo tanto, después de un tiempo de reacción 512, el circuito está en un estado para proporcionar una protección de corriente de irrupción al segundo evento de encendido 509. La configuración del filtro de pulso de reinicio 66 en esta realización es de tal manera que se implementa un tiempo de reacción 512 después de un evento de apagado para que sea lo más corto posible, pero aún lo suficientemente largo como para evitar que los cruces de tensión por cero activen un reinicio del temporizador de período de irrupción. El potencial 510 en el nodo 38, como se ilustra en la figura 5.2, es la tensión en el condensador de temporización 29 del temporizador de período de irrupción 23, y demuestra la vulnerabilidad del circuito sin la acción del circuito de reinicio 51. El potencial 510 disminuye a medida que la carga del temporizador de período de irrupción 29 decae con el condensador de depósito, pero no se reduce a un nivel para desactivar el relé de derivación 25 antes del evento de encendido 509. Por lo tanto, el interruptor de derivación 7 permanece activo durante todo el tiempo y no hay protección de irrupción después del evento de encendido.

En la figura 5, se ilustran los eventos de encendido y apagado como que coinciden con eventos de cruce por cero, pero se entendería fácilmente que tal coincidencia no es un resultado necesario de la operación del circuito de temporización 10. Los eventos de encendido y apagado pueden producirse independientemente de la entrada de tensión del suministro 2, como se ilustra en las figuras 5A.1, 5A.2 y 5A.3 de la figura 5A, donde las figuras 5A.1, 5A.2 y 5A.3 son de otro modo como se ha descrito anteriormente para las figuras 5.1, 5.2 y 5.3 respectivamente. La figura 5A aclara aún más el comportamiento del potencial 505b después de un evento de apagado 508. Después del evento de apagado 508, las tensiones en el circuito de temporización 10 seguirán a la tensión que decae a través del condensador de depósito 17. El potencial 505b permanecerá en un valor constante hasta que el potencial entre el carril 20 y el carril 22 caiga por debajo del valor definido por el diodo zener 19, después de lo cual el potencial 505b seguirá al condensador de depósito de descarga 17. Esto se ilustra por una disminución en el potencial 505b antes del evento de encendido 509 en la figura 5A.3.

Por razones de seguridad, es preferible para un dispositivo electrónico tal como el implementado, por ejemplo, en la estación de trabajo endoscópica móvil Olympus WM-NP2 tener la carga conectada al suministro por medio de un transformador de separación. Una configuración de este tipo se ilustra en la figura 6. El suministro 2 está conectado a la carga 3 por medio de un transformador de separación 130. El transformador de separación comprende un núcleo 131 y uno o más devanados, proporcionando cada uno de los cuales una conexión con el transformador. El

transformador de separación 130 está conectado al suministro 2 por medio del devanado 704, a la carga 3 por medio del devanado 701 y al circuito de temporización 9 por medio del devanado auxiliar 15. Esto permite que la carga esté "desreferenciada" del sistema de protección de tierra del suministro de red, lo que puede ser ventajoso al configurar un sistema para uso médico.

5 Una consecuencia de usar el termistor de NTC 5 para limitar la corriente de irrupción en el circuito de irrupción del dispositivo es que cualquier corriente que fluya en la carga 3 debe proporcionarse por el suministro 2, y por lo tanto también fluirá a través del termistor de NTC 5, haciendo que se caliente. El calentamiento acelerado del termistor de NTC 5 es un problema potencial para el sistema, ya que hace que su resistencia caiga, lo que reduce su eficacia para contrarrestar una corriente de irrupción resultante de cualquier evento de encendido-apagado posterior. Por lo tanto, es ventajoso desconectar la carga 3 del suministro 2 (o desviar la corriente de la carga 3) y mantener esta desconexión de la carga 3 del suministro 2 hasta el final del período de irrupción, tras el cual la carga 3 puede reconectarse para la operación del dispositivo en estado estable.

15 Una operación de este tipo del dispositivo está prevista en la técnica anterior como se establece en la figura 6, de manera complementaria a la protección de corriente de irrupción proporcionada como se ha detallado anteriormente con respecto a la figura 2. El circuito de temporización 9 comprende además un relé de control de salida 702, que está acoplado comunicativamente a un interruptor 703 dispuesto para desconectar la carga 3 del suministro 2. El relé de control de salida 702 está conectado al convertidor de AC-DC 11 y al temporizador de período de irrupción 23. Antes de un evento de encendido del suministro 2, el interruptor 703 se desconecta. Por lo tanto, inmediatamente después de que se produzca el evento de encendido, no se proporciona corriente a la carga 3. El temporizador de período de irrupción 23 se activa mediante la observación del evento de encendido. Después de transcurrir el período de tiempo de irrupción, el temporizador de período de irrupción opera para activar tanto el relé de derivación 25 como el relé de control de salida 702. El interruptor de derivación 7 y el interruptor 703 se activan, y la corriente se proporciona por el suministro 2 a la carga 3 por medio del transformador de separación 130. Por lo tanto, durante toda la duración del período de irrupción, no se requiere que el termistor de NTC 5 transporte el componente de corriente de carga reflejada de la corriente de irrupción, minimizando su autocalentamiento.

30 La configuración del relé de control de salida 702 para activarse por el temporizador de período de irrupción 23 resulta en una desconexión de la salida cada vez que se activa un nuevo ciclo de período de irrupción. En el caso de la técnica anterior, donde el tiempo de reinicio del temporizador de período de irrupción 23 y el relé de derivación 25 fue largo y las desconexiones y reconexiones posteriores de la red de suministro no provocaron la caída del relé de derivación, la salida permaneció conectada en todo momento. Las realizaciones de la presente invención proporcionan una desconexión rápida del relé de derivación 25 y un reinicio del temporizador de período de irrupción 23 en un apagado del suministro 2, aunque solo sea momentáneamente. Al implementar un relé de control de salida 702 activado por el temporizador de período de irrupción 23, surgiría el resultado indeseable de que la desconexión de salida se alargaría innecesariamente, garantizando un reinicio del equipo exterior, incluso si la desconexión dura solo unos pocos milisegundos. Es preferible que el circuito de temporización 10 se implemente de tal manera que una desconexión momentánea inicie un nuevo ciclo de irrupción, pero garantice que el relé de control de salida 702 permanezca activado durante toda la desconexión momentánea. Esto protegería la carga de desconectarse innecesariamente y proporcionaría a los equipos exteriores la mejor oportunidad de continuar sin verse afectados. Por lo tanto, para el encendido inicial del dispositivo, la salida se desconecta para limitar la corriente de irrupción a través del termistor de NTC 5 durante el primer período de irrupción, pero para las desconexiones momentáneas posteriores la carga 3 permanece conectada.

45 La figura 7 detalla una realización de la presente invención, que es un dispositivo con protección de corriente de irrupción como se ha detallado anteriormente con respecto a la figura 3. El suministro 2 se conecta a la carga 3 por medio del transformador de separación 130, donde el transformador de separación comprende un devanado 704 conectado al suministro 2 y un devanado 701 conectado a la carga 3. El devanado auxiliar 15 proporciona la tensión de CA al convertidor de AC-DC 11 del circuito de temporización 10. Además de las características del convertidor de AC-DC 11, el temporizador de período de irrupción 23, el relé de derivación 25 y el circuito de reinicio 51, el circuito de temporización 10 comprende además un relé de control de salida 702 conectado al convertidor de AC-DC 11, y un temporizador de desactivación de salida 705 conectado al relé de control de salida 702 y al convertidor de AC-DC 11.

55 El convertidor de AC-DC 11, el circuito de reinicio 51, el temporizador de período de irrupción 23 y el relé de derivación 25 operan como se ha detallado anteriormente con respecto a la figura 3. El relé de control de salida 702 está configurado para desconectar la carga 3 del suministro 2 para limitar el flujo de corriente a través del termistor de NTC 5. Sin embargo, en lugar de tener el relé de control de salida 702 activado por el temporizador de período de irrupción 23, como se ha detallado anteriormente con respecto a la figura 6, el relé de control de salida 702 se activa en su lugar por medio de un temporizador de desactivación de salida 705, separado del temporizador de período de irrupción 23. El temporizador de desactivación de salida 705 está dispuesto para activarse por un evento de encendido del suministro 2, y después de un período de operación del temporizador de desactivación de salida 705 (llamado período de desactivación de salida), el temporizador de desactivación de salida activa el relé de control de salida 702 para conectar la carga 3 al suministro 2. El período de desactivación de salida puede ser más corto, más largo o del mismo período de tiempo que el período de irrupción. Como en las realizaciones descritas anteriormente,

después de un evento de apagado, el circuito de reinicio 51 operará para reiniciar el temporizador de período de irrupción 23 y desconectará el relé de derivación 25 en preparación para un nuevo evento de irrupción. Este reinicio se producirá incluso con la carga restante en el convertidor de AC-DC 11. En la presente realización ventajosa, el dispositivo está configurado de tal manera que los pulsos de reinicio generados por el detector de baja tensión 99 no activan un reinicio del temporizador de desactivación de salida 705 y, en consecuencia el circuito de reinicio 51 no reinicia el temporizador de desactivación de salida 705. En cambio, se continuará proporcionando una corriente de la carga decadente del convertidor de CA-CC al temporizador de desactivación de salida 705. Por lo tanto, el temporizador de desactivación de salida 705 y el relé de control de salida 702 permanecerán activos durante un período de tiempo después de un evento de apagado, permitiendo que la carga 3 permanezca conectada al suministro 2 durante las interrupciones momentáneas. Por lo tanto, el temporizador de desactivación de salida 705 no se reinicia activamente mediante un apagado del suministro 2. Para este fin, el tiempo de decaimiento del convertidor de CA-CC 11 es preferentemente el mayor tiempo posible para permitir que el equipo exterior "capee" cualquier interrupción momentánea de la fuente de alimentación, pero no necesita superar el tiempo de retención de las fuentes de alimentación en el equipo conectado, ya que eventualmente también se desconectarán debido a la falta de alimentación, ya que comparten el mismo suministro de red que el dispositivo descrito en esta realización.

Además, en otra realización ventajosa, el relé de control de salida 702 puede también controlarse por un interruptor exterior operado manualmente 784, conectado al dispositivo por un cable 785 y un conector 786, lo que permite al usuario activar o desactivar manualmente la potencia de la carga 3 según sea necesario.

La figura 8 muestra un diagrama de circuito para el temporizador de desactivación de salida 705 del circuito de temporización 10 mostrado en la figura 7. Un experto en la materia apreciaría que la construcción y la operación del temporizador de desactivación de salida 705 es similar a la operación del temporizador de período de irrupción 23; un condensador de temporización 801 se carga después de un evento de encendido del suministro, al que hace referencia un comparador 802 para activar el relé de control de salida 702. La distinción importante entre el temporizador de período de irrupción 23 de la figura 4 y el temporizador de desactivación de salida 705 de la figura 8 es que el circuito de reinicio 51 no está dispuesto para descargar el condensador de temporización 801. Un diodo 807 se conecta a través de la resistencia en serie 808 del condensador de temporización, de tal manera que la descarga del condensador de temporización 801 sigue al condensador de depósito 17, provocando eventualmente que conmute la salida del comparador 802, desconectando el relé. En una realización ventajosa, una resistencia de histéresis 804 está conectada entre el drenaje del transistor MOSFET de salida 806 y el terminal de referencia negativo del comparador 802, lo que da como resultado una tensión umbral más alta en el terminal de referencia negativo para el comparador 801 en comparación con el temporizador de período de irrupción 23. Por lo tanto, la duración nominal del temporizador de desactivación de salida debería ser ligeramente mayor que el temporizador de período de irrupción 23. Si bien la figura 8 ilustra los transistores MOSFET, debe entenderse que los transistores pueden ser transistores bipolares NPN. En esta realización alternativa, la resistencia de histéresis 804 está conectada entre el colector del transistor de salida 806 y el terminal de referencia negativo del comparador 802.

La figura 8 ilustra una conexión entre el cátodo del diodo 807 y el cátodo del diodo 809, pero debe entenderse que esto no es esencial para la operación del circuito. La figura 8A ilustra un circuito alternativo, donde no hay conexión entre los cátodos de los diodos 807 y 809.

Es deseable maximizar el tiempo de retención del condensador de depósito para evitar cualquier desconexión innecesaria de la carga 3 debido a interrupciones en el suministro, y esto ayuda a minimizar el consumo de corriente en el circuito de temporización 10. Mientras que los transistores bipolares son preferibles para su uso en el circuito de reinicio 51 debido a su baja tensión de activación, son más ineficientes que los MOSFET ya que los transistores bipolares requieren una corriente de base significativa para saturarse. Preferentemente, los MOSFET se usan para operar el relé de derivación 25 y el relé de control de salida 702.

Cuando se conecta una carga pesada 3 a la salida 701 del transformador de separación 130, la carga 3 verá una tensión de red significativamente reducida debido a una caída de tensión en el termistor de NTC 5. Esto a su vez puede impactar en el circuito de irrupción, ya que se alimenta desde el suministro auxiliar de 12 V, que también se caerá significativamente y puede distorsionarse momentáneamente. Debido a que la carga 3 se desconectará después de un evento de encendido inicial, esto no será un problema después de este evento de encendido inicial. Sin embargo, las caídas momentáneas una vez en funcionamiento, que provocan un nuevo ciclo de irrupción después de la activación del circuito de reinicio 51, pueden dar como resultado una doble activación de nuevos ciclos de irrupción a medida que el suministro de CC se hunde y las entradas del comparador de temporizador de período de irrupción 31 vuelven a cruzarse.

Pueden implementarse unas modificaciones en el circuito de temporización 10 para evitar este tipo de eventos de doble activación. En la figura 9, se muestra una realización del circuito de temporización 10, que comprende el temporizador de período de irrupción 23, el circuito de reinicio 51 y el temporizador de desactivación de salida 705. Además, el circuito de reinicio 51 también comprende una red de retroalimentación 68 y un diodo 904, reemplazando el diodo 904 la resistencia de histéresis de irrupción 44 de la figura 4. La red de retroalimentación 68 está conectada al nodo 74 y al carril de tensión cero 22, y se conecta al temporizador de período de irrupción por medio de una conexión con el nodo 48. La red de retroalimentación 68 comprende un diodo 902 y un diodo 903 dispuestos en

serie para conectar el nodo 74 al nodo 48, y para permitir que la corriente fluya entre el nodo 74 y el nodo 48. Dispuesto entre el diodo 902 y el diodo 903 está el nodo 906. El condensador de amortiguación 901 conecta el nodo 906 al carril de tensión cero 22.

5 La red de retroalimentación 68 opera con el fin de proporcionar retroalimentación desde el comparador 31 del temporizador de período de irrupción 23 al filtro de pulso de reinicio 66 para operar como un supresor de pulsos de activación de reinicio en la salida del detector de baja tensión 99. Cuando la salida del comparador 31 está en tensión cero (lo que se produce durante cada período de irrupción y corresponde al tiempo en que el relé de derivación está desconectado y el interruptor de derivación 7 está abierto), la corriente puede fluir entre el nodo 74 y el carril de potencial cero. Por lo tanto, el potencial del condensador 61 del filtro de pulso de reinicio también es cero y el condensador 61 no puede cargar para encender el transistor de reinicio 65. La retroalimentación proporcionada por la red de retroalimentación 68 es tal que el transistor de reinicio 65 no puede operar durante el período de tiempo de irrupción (es decir, el período de tiempo durante el que el interruptor de derivación 7 está abierto) debido a la supresión de los pulsos de reinicio. Esta característica se implementa para evitar que los pulsos de reinicio afecten al transistor de reinicio 65 durante el período de tiempo entre que la salida del comparador es cero y el cierre del interruptor y, por lo tanto, evita una doble activación de un nuevo período de irrupción. Los transistores bipolares siguen siendo preferibles para el circuito de reinicio 51, pero como no necesitan ser tipos de alta tensión, prácticamente cualquier tipo NPN de pequeña señal será suficiente; por ejemplo, el transistor BC847B.

10 La figura 9 ilustra el circuito de temporización 10 donde se han proporcionado valores de componente específicos, pero debe entenderse que estos valores son solo a modo de ejemplo. El circuito de temporización generalizado 10 se ilustra en la figura 9A. Las figuras 9B y 9C ilustran el circuito de temporización 10 de las figuras 9 y 9A, respectivamente, en la realización ventajosa donde el filtro de pulso de reinicio 66 comprende un diodo, como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 4A.

25 La figura 9 ilustra un circuito de temporización 10, donde no se proporciona ninguna conexión entre el cátodo del diodo 807 y el cátodo del diodo 809, de acuerdo con la realización del temporizador de desactivación de salida 705 ilustrado en la figura 8A. Las figuras 9, 9A y 9B ilustran cada una de las mismas un circuito de temporización 10 que incluye una conexión entre el cátodo del diodo 807 y el cátodo del diodo 809, de acuerdo con la realización del temporizador de desactivación de salida 705 ilustrado en la figura 8.

30 Las realizaciones de la presente invención proporcionan ventajosamente una protección de corriente de irrupción de un dispositivo electrónico para aumentar la fiabilidad del dispositivo. Al considerar tales requisitos, es instructivo considerar la sección 6.2.7 del documento EN 60601-1-2, "Medical electrical equipment - Collateral standard: Electromagnetic compatibility". Si la unidad tiene una potencia nominal de más de 1 kVA, la unidad pasará los requisitos de prueba siempre que "permanezca segura, no experimente fallos en los componentes y pueda restaurarse al estado de preprueba con la intervención del operador". Si bien podría permitirse la activación de un disyuntor en una unidad en la prueba, en la práctica esto sería una molestia para el usuario y debería evitarse siempre que sea posible. Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención pueden ayudar al cumplimiento de las normas reguladoras sin un accionamiento innecesario e indeseable de la protección de la red.

45 Si se permite reiniciar el temporizador de período de irrupción mediante el seguimiento de la carga en los condensadores de depósito entonces el período de tiempo de irrupción completo puede no estar disponible si la fuente de alimentación se reconecta antes de que el condensador de temporización se descargue por completo. Al reiniciar activamente el temporizador de período de irrupción tras detectar un evento de apagado, por medio de la descarga del condensador de temporización tras la detección del mismo, el temporizador de período de irrupción se configura para proporcionar el período de tiempo de irrupción completo para cada evento de encendido posterior. Por lo tanto, un semiciclo faltante (tal como el que separa el evento de encendido 508 y el evento de apagado 509 de la figura 5.1), que de otro modo conduciría el núcleo del transformador 130 a una saturación profunda y daría como resultado una gran corriente de irrupción después del encendido, se manejará con éxito con el período completo de protección de corriente de irrupción que se proporciona.

50 Las realizaciones detalladas anteriormente son solamente a modo de ejemplo, y debe entenderse que pueden implementarse medios alternativos para efectuar la presente invención. El alcance de protección buscado debe entenderse mediante la lectura de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (1) para limitar el componente de corriente de irrupción de una corriente alterna proporcionada por un suministro de CA (2) a una carga (3), comprendiendo el dispositivo:

5 una impedancia (5) dispuesta entre el suministro y la carga;  
 un interruptor (7) dispuesto para desviar la corriente de la impedancia, conectándose el interruptor a través de la impedancia y disponiéndose de tal manera que cerrando el interruptor se cortocircuitará la impedancia;  
 10 un temporizador de período de irrupción (23) conectado al suministro y dispuesto para activar el interruptor después de la expiración de un período de tiempo de irrupción, siendo el período de tiempo de irrupción un período de tiempo que comienza cuando el suministro se vuelve activo, de tal manera que la corriente está disponible para proporcionarse por el suministro a la carga; y  
 un circuito de reinicio (51) conectado al suministro y al temporizador de período de irrupción, estando el circuito de reinicio dispuesto para desactivar el interruptor y reiniciar el temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva inactivo de tal manera que no haya corriente disponible para que el suministro la proporcione a la carga, estando el dispositivo **caracterizado por que** comprende además:

20 un detector de baja tensión (99) configurado para recibir una entrada de una tensión de CA rectificada no amortiguada de un convertidor de CA-CC (11) conectado al suministro, estando el detector de baja tensión configurado para generar un pulso de reinicio en una salida tras la identificación de que la tensión de CA rectificada no amortiguada está por debajo de un umbral predefinido; y  
 un filtro de pulso de reinicio (66) conectado a la salida del detector de baja tensión, estando el filtro de pulso de reinicio dispuesto para activar un reinicio del temporizador de período de irrupción cuando el pulso de reinicio es de una duración dada.

25 2. El dispositivo de la reivindicación 1, donde el circuito de reinicio comprende una red de RC.

3. El dispositivo para limitar la corriente de irrupción de cualquier reivindicación anterior, donde el circuito de reinicio está dispuesto para desactivar el interruptor reiniciando el temporizador de período de irrupción.

30 4. El dispositivo para limitar la corriente de irrupción de la reivindicación 1, donde el circuito de reinicio comprende además un supresor de activación, estando el supresor de activación conectado al temporizador de período de irrupción y estando dispuesto para evitar la generación de pulsos de reinicio hasta la expiración del período de tiempo de irrupción.

35 5. El dispositivo para limitar la corriente de irrupción de cualquier reivindicación anterior, donde la activación del interruptor se obtiene a partir de la salida de un comparador, estando el comparador dispuesto para comparar un valor de referencia con una salida del temporizador de período de irrupción.

40 6. El dispositivo para limitar la corriente de irrupción de la reivindicación 5, donde el temporizador de período de irrupción está dispuesto para cambiar el valor de referencia de comparador después de que se haya activado el interruptor.

45 7. El dispositivo para limitar la corriente de irrupción de cualquier reivindicación anterior, comprendiendo además el dispositivo:

un interruptor de salida dispuesto para controlar la corriente proporcionada a la carga; y  
 un temporizador de desactivación de salida conectado al suministro y dispuesto para activar el interruptor de salida después de la expiración de un período de desactivación de salida, siendo el período de desactivación de salida un período de tiempo que comienza cuando el suministro se vuelve activo de tal manera que la corriente está disponible para que el suministro la proporcione a la carga.

50 8. El dispositivo de la reivindicación 7, donde el temporizador de desactivación de salida no se reinicia mediante el circuito de reinicio.

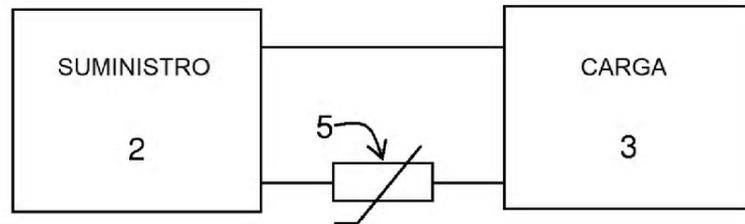
55 9. El dispositivo de la reivindicación 7 u 8, donde el dispositivo comprende un interruptor activado manualmente, de tal manera que el interruptor de salida puede activarse o desactivarse manualmente.

60 10. Un método para limitar el componente de corriente de irrupción de una corriente alterna proporcionada por un suministro de CA a una carga, comprendiendo el método:

proporcionar una impedancia entre el suministro y la carga para crear una resistencia contra la corriente de irrupción;  
 65 iniciar un temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva activo de tal manera que la corriente está disponible para proporcionarse desde el suministro a la carga;  
 después de la expiración de un período de tiempo de irrupción, siendo el período de tiempo de irrupción un

- período de tiempo posterior al inicio del temporizador de período de irrupción, activar un interruptor para desviar la corriente de la impedancia, estando el interruptor conectado a través de la impedancia y estando dispuesto de tal manera que cerrando el interruptor se cortocircuitará la impedancia; y
- 5 desactivar el interruptor y reiniciar el temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva inactivo de tal manera que no hay corriente disponible para que el suministro la proporcione a la carga;
- 10 usar un detector de baja tensión para generar un pulso de reinicio tras la identificación de que una tensión de CA rectificadora no amortiguada está por debajo de un umbral predefinido, estando el detector de baja tensión configurado para detectar la tensión de CA rectificadora no amortiguada de un convertidor de CA-CC conectado al suministro; y
- 10 usar un filtro de pulso de reinicio para filtrar los pulsos de reinicio de una duración inferior a la duración de pulso de reinicio mínima para identificar un pulso de reinicio que es capaz de provocar la desactivación del interruptor en respuesta a que el suministro se vuelva inactivo.
- 15 11. El método para limitar la corriente de irrupción de la reivindicación 10, comprendiendo el método además: iniciar un temporizador de desactivación de salida para desviar la corriente de la carga durante la duración aproximada del temporizador de período de irrupción en respuesta a que el suministro se vuelva activo de tal manera que la corriente está disponible para suministrarse a la carga.
- 20 12. El método para limitar la corriente de irrupción de la reivindicación 11, donde el temporizador de desactivación de salida no se reinicia activamente en respuesta a un corte del suministro.
13. El método para limitar la corriente de irrupción de la reivindicación 11 o 12, comprendiendo el método además establecer la duración del temporizador de desactivación de salida basándose en el período de tiempo de irrupción.

**Fig 1**



**Fig 2**

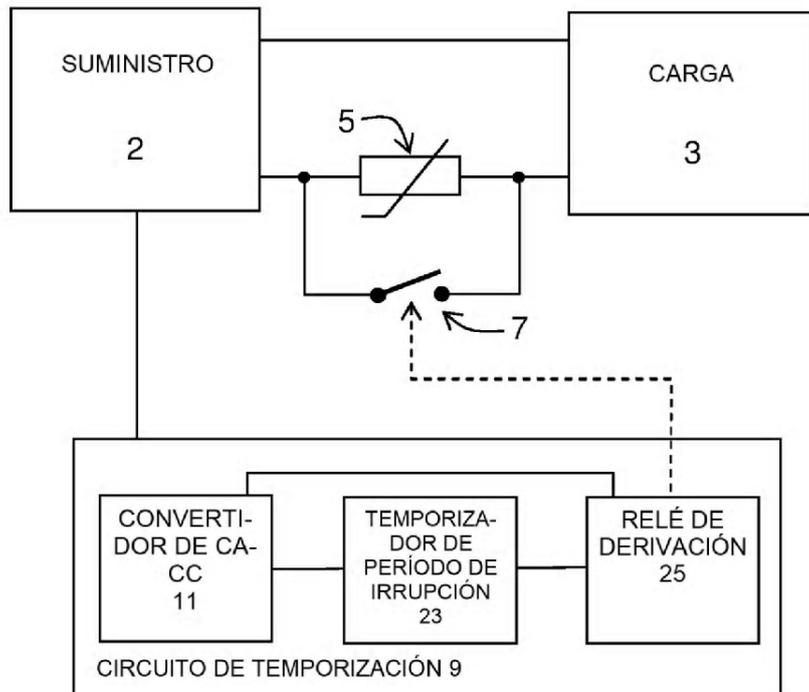
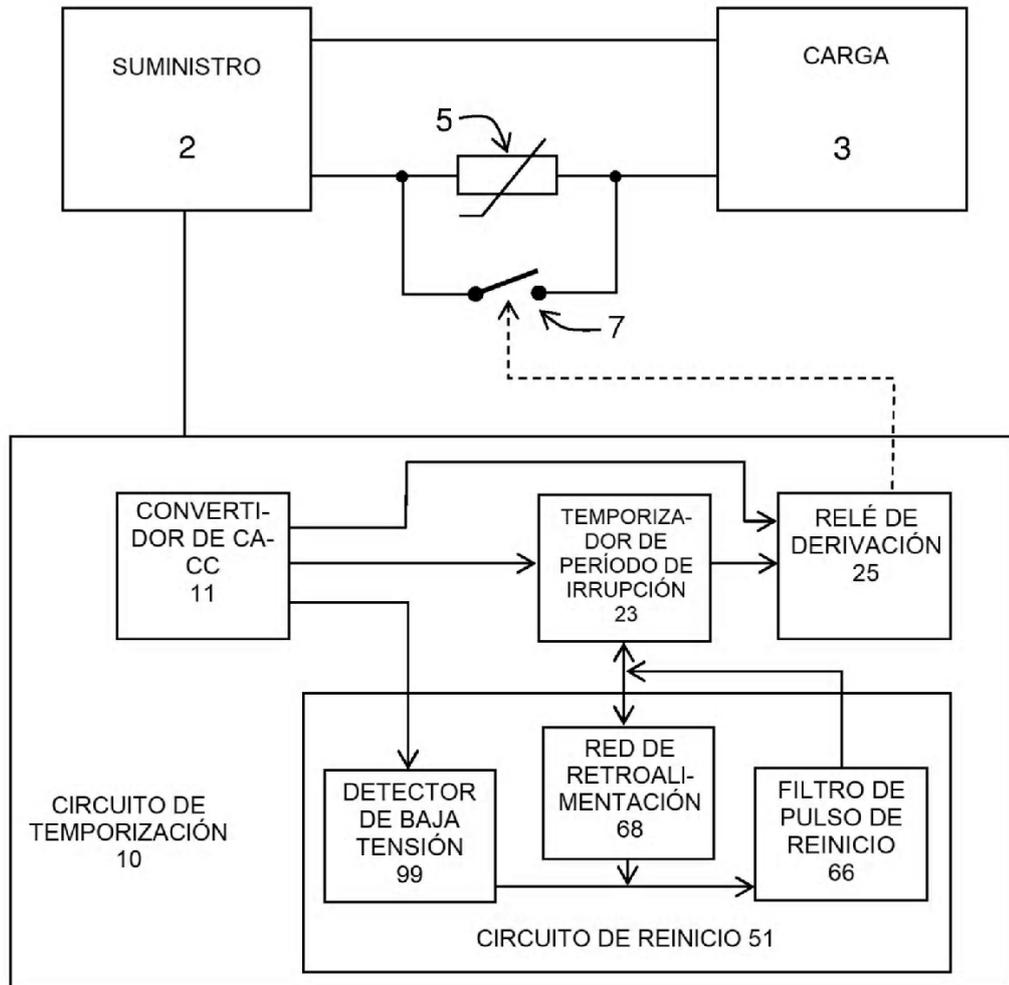
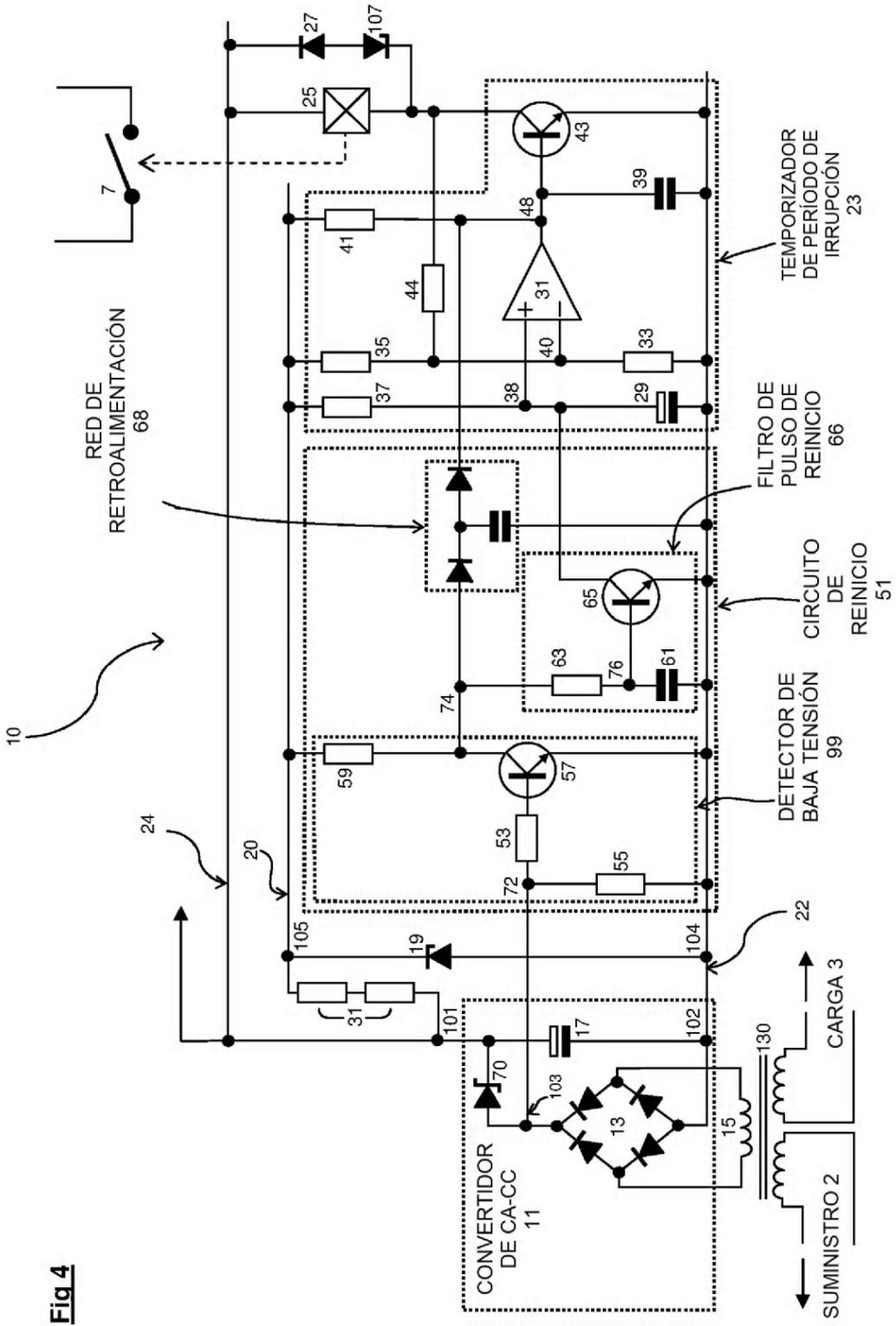
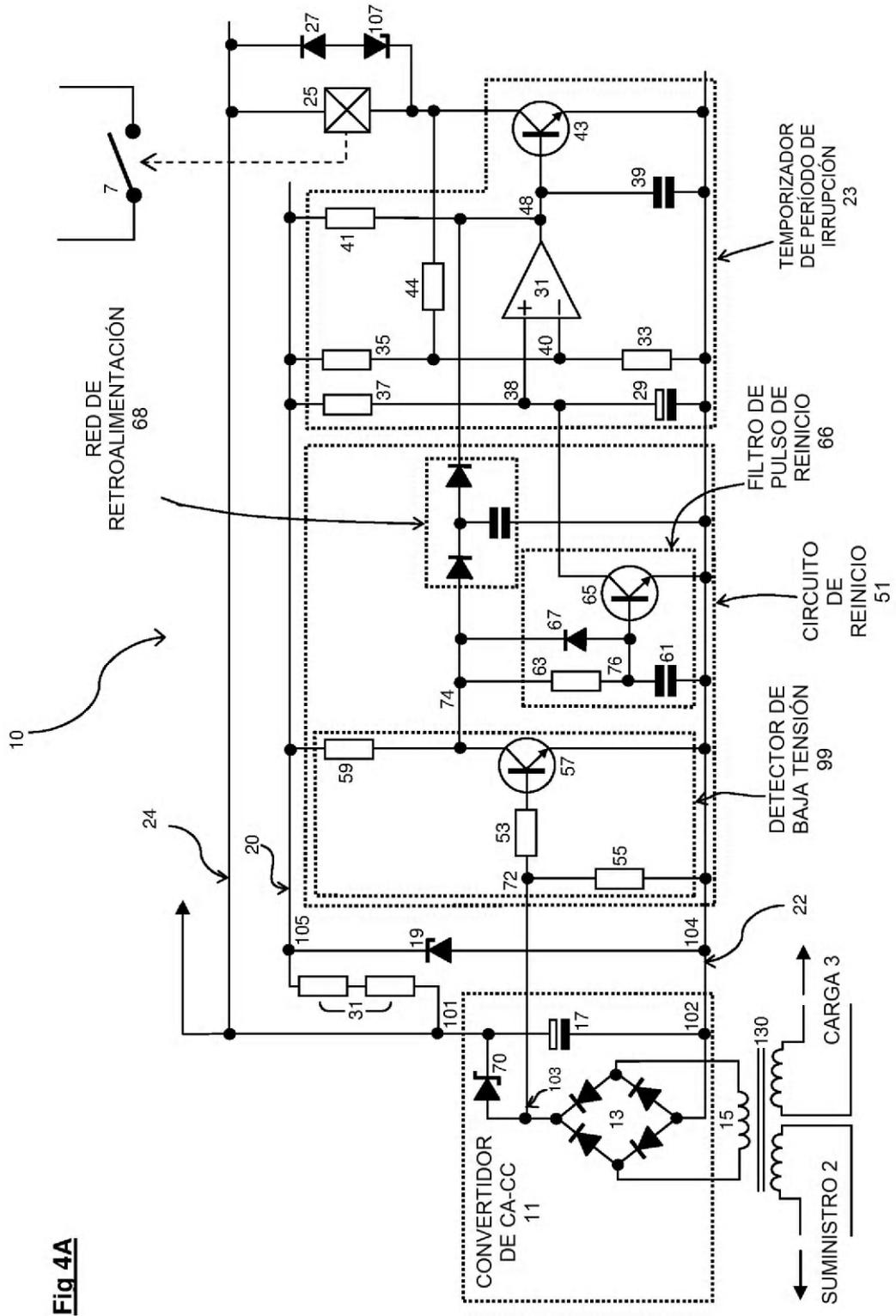


Fig 3

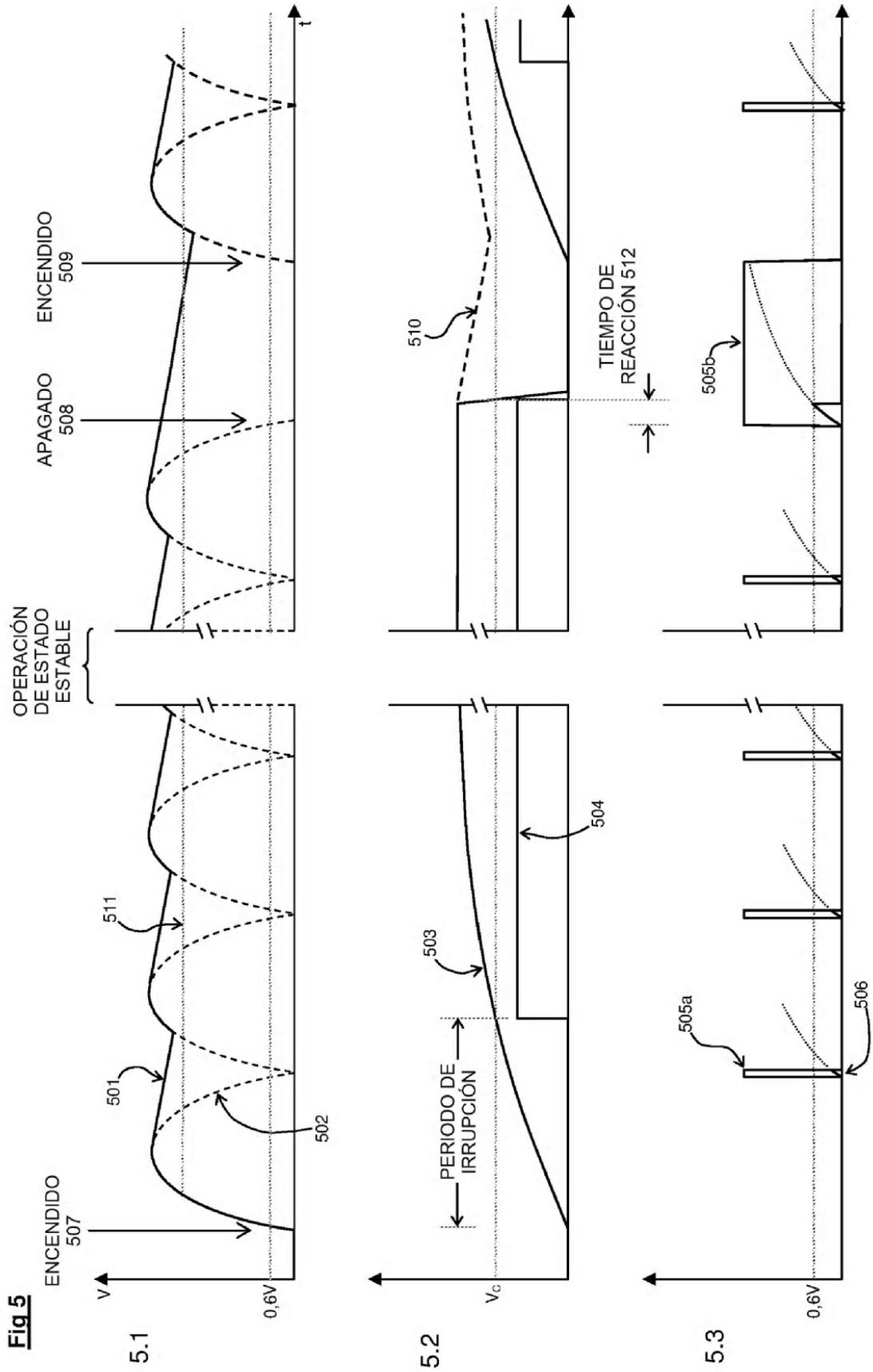


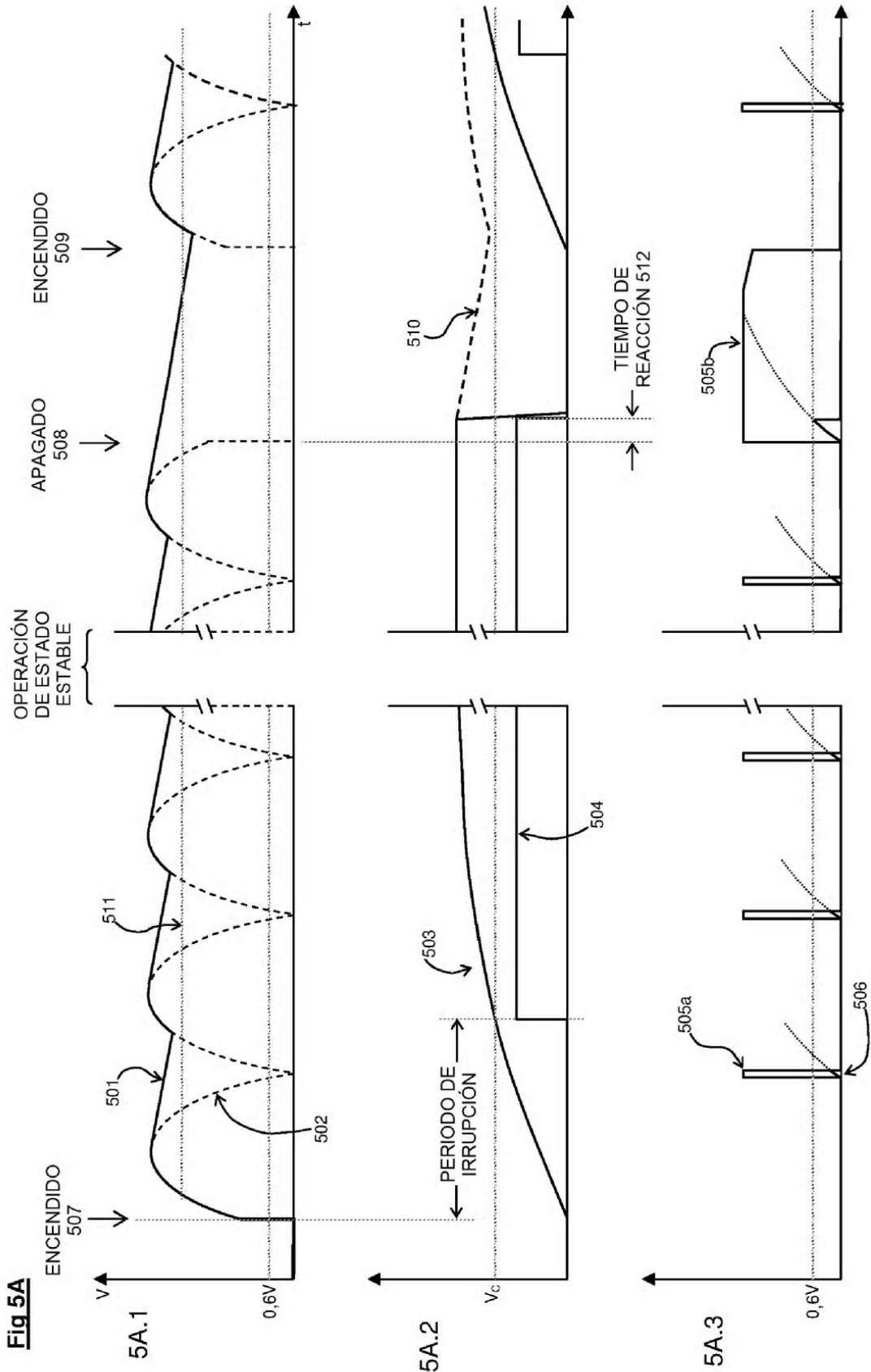


**Fig 4**

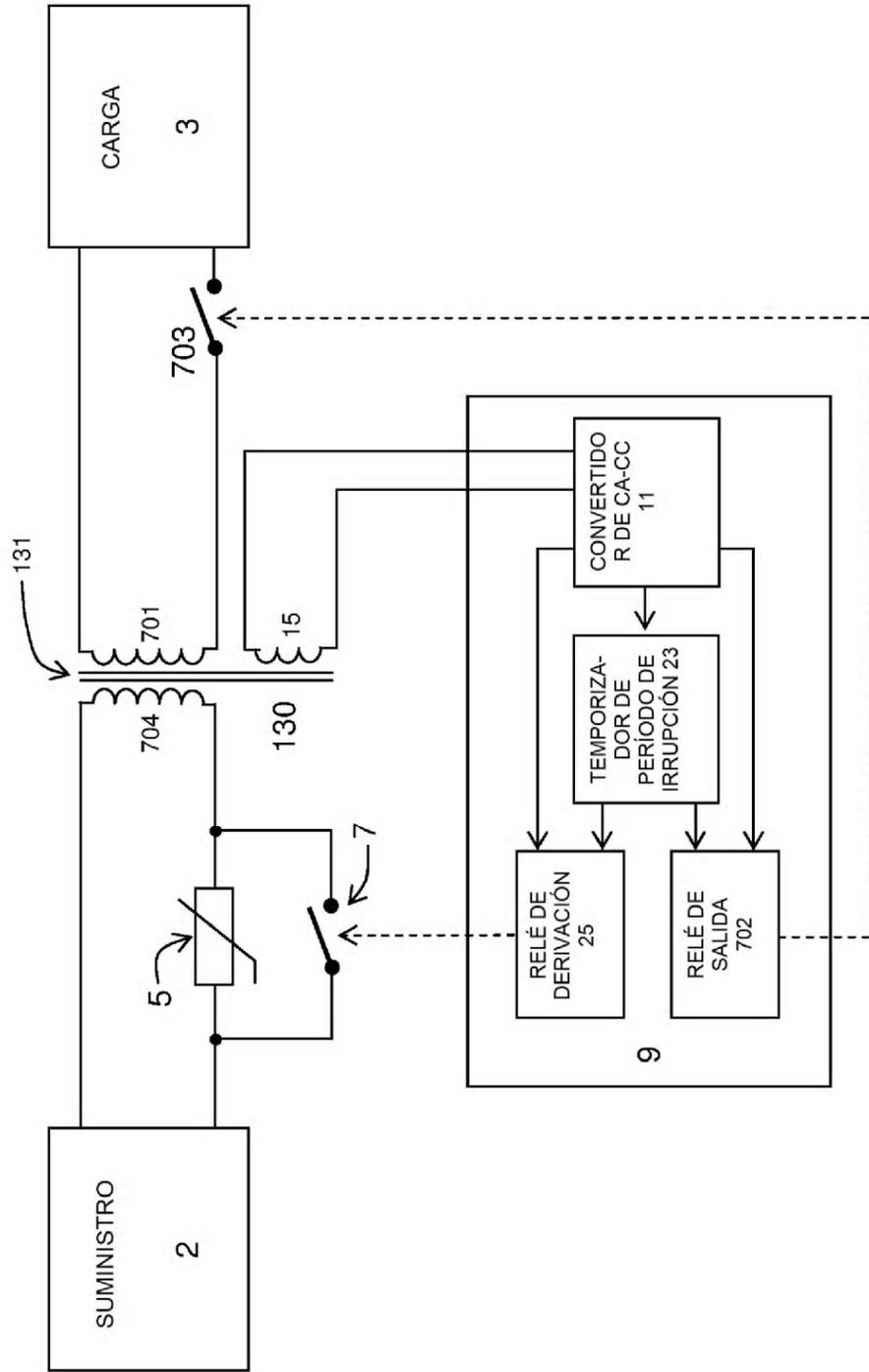


**Fig 4A**

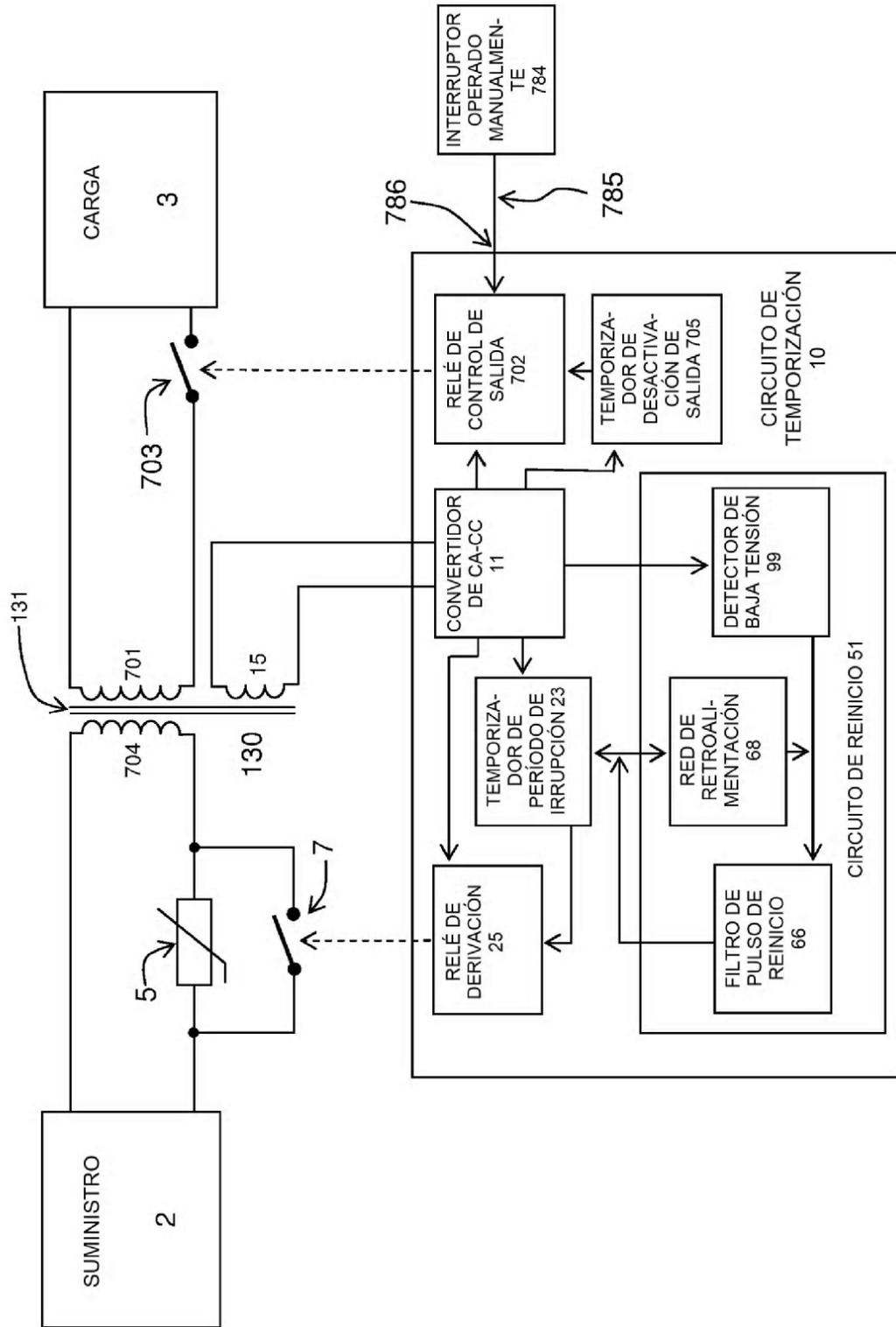


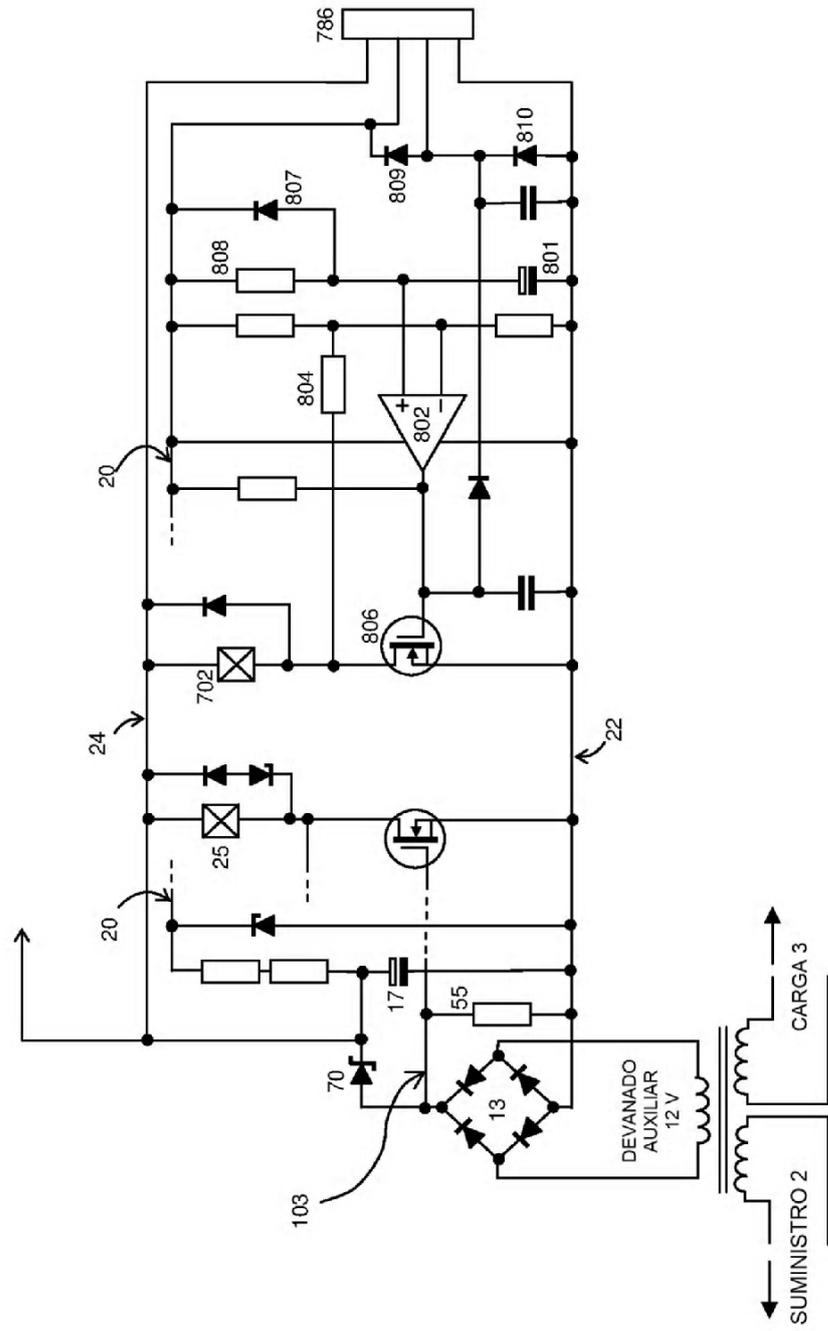


**Fig 6**

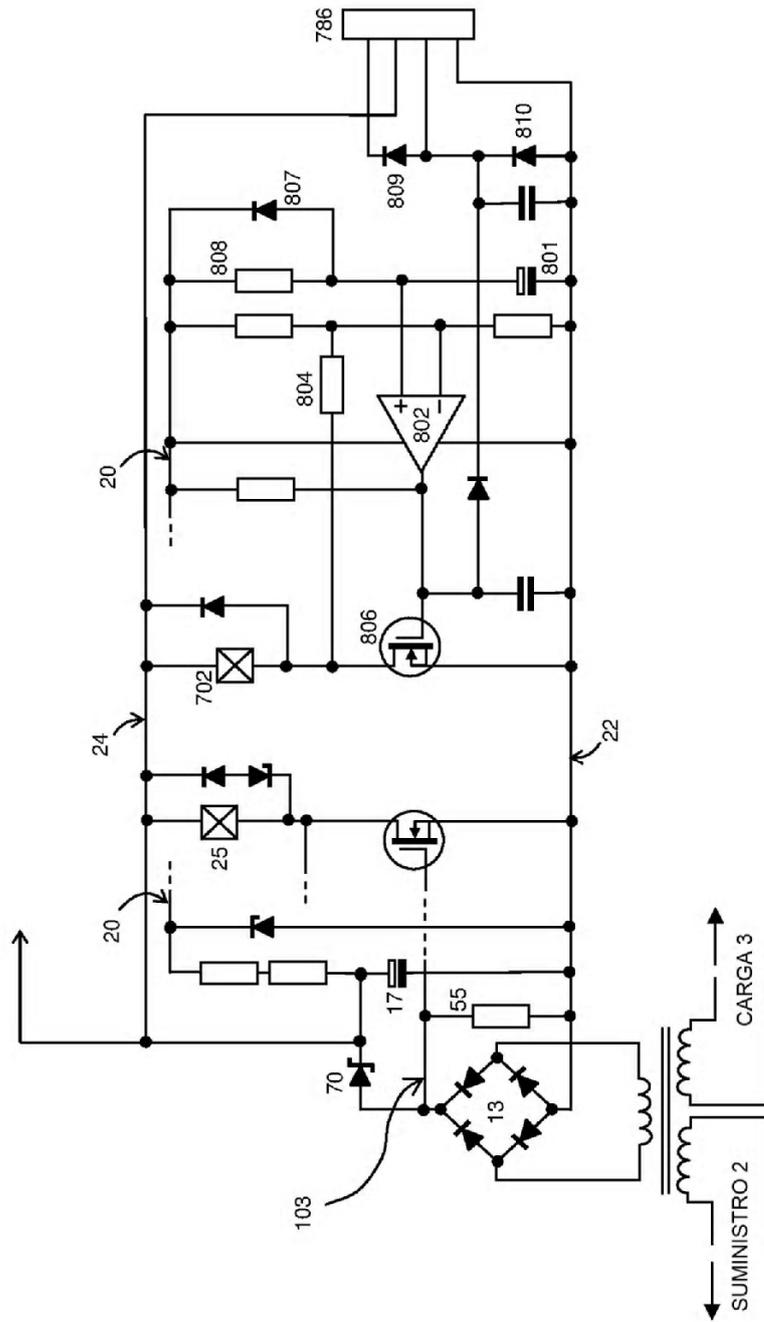


**Fig 7**



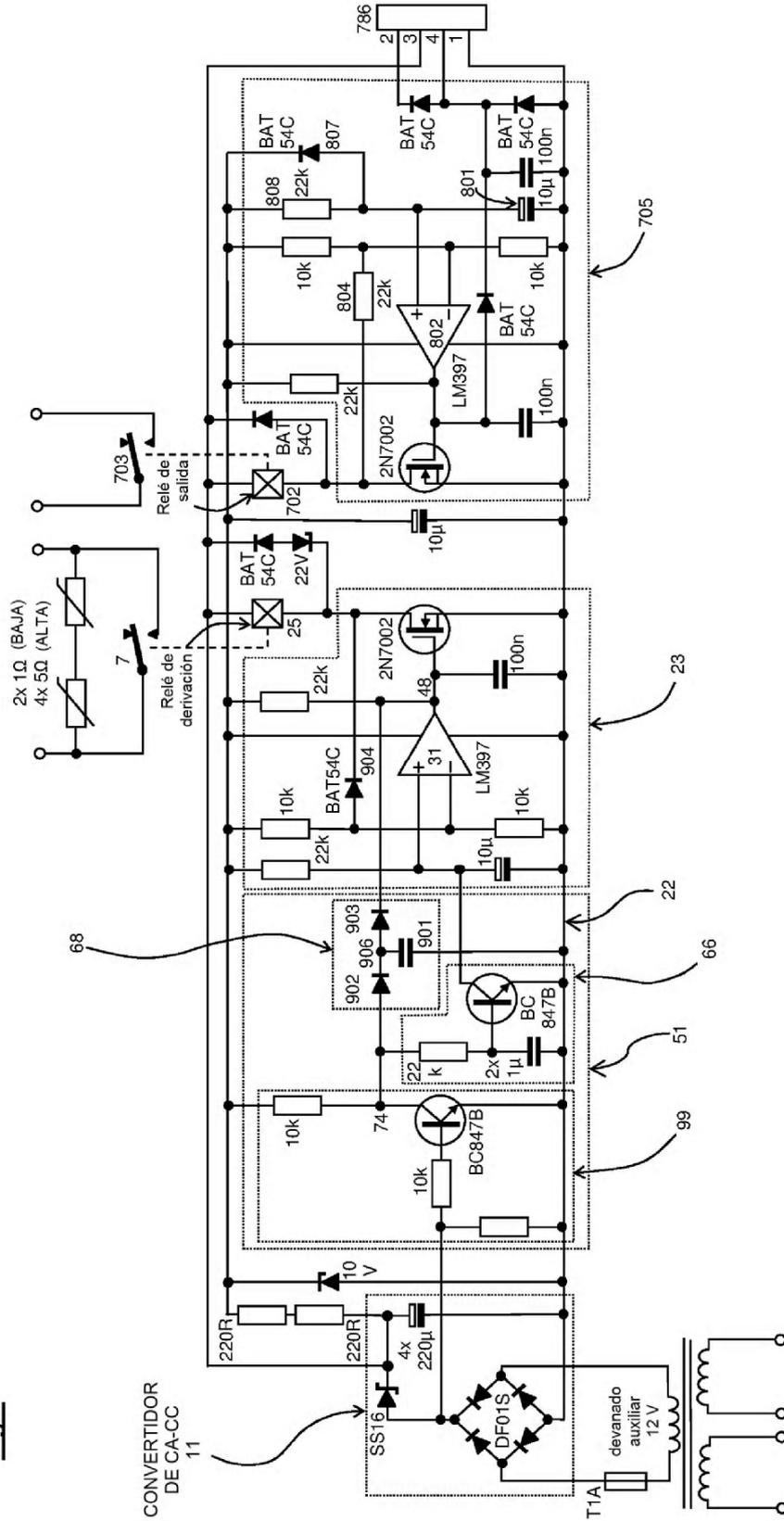


**Fig 8**

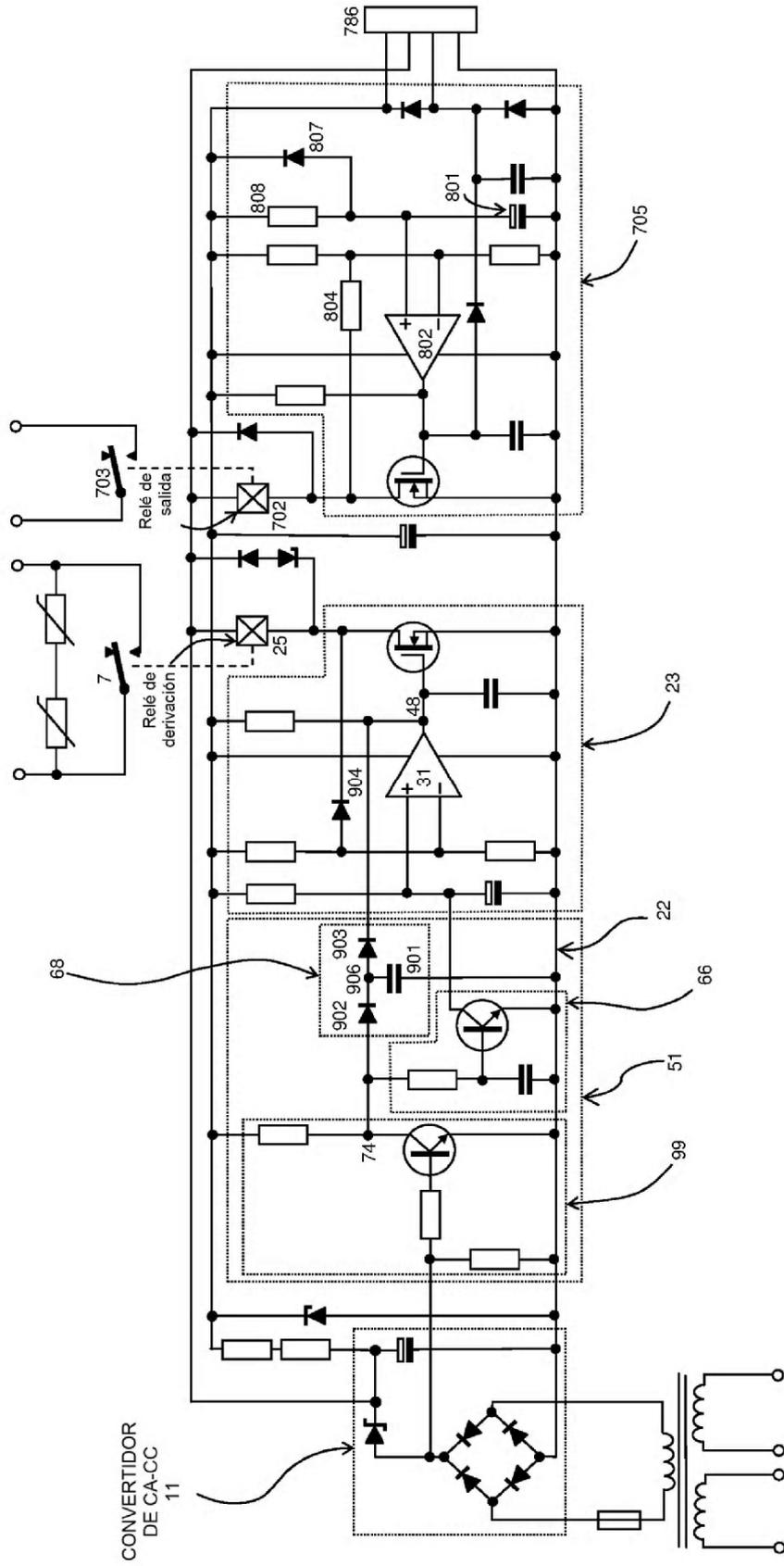


**Fig 8A**

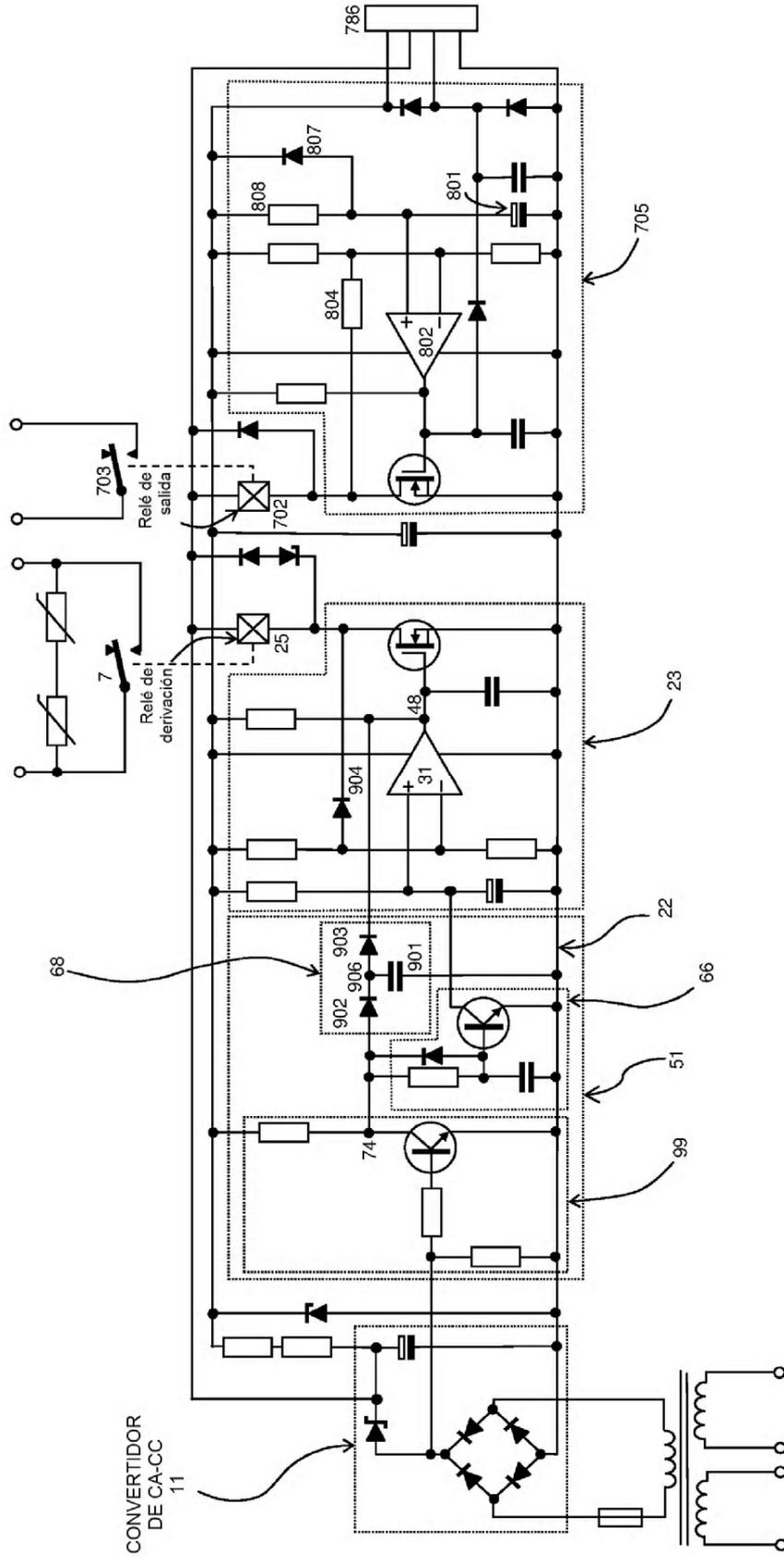
**Fig 9**



**Fig 9A**



**Fig 9B**



**Fig 9C**

