

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 025**

51 Int. Cl.:
H05B 39/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10153241 .4**
96 Fecha de presentación: **08.08.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2214458**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO DE CONTROL DE CARGA CON UN CIRCUITO DE DETECCIÓN DE CORRIENTE DE COMPUERTA.**

30 Prioridad:
09.08.2007 US 836535
09.08.2007 US 836450

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.02.2012

73 Titular/es:
LUTRON ELECTRONICS CO., INC.
7200 SUTER ROAD
COOPERSBURG, PA 18036, US

72 Inventor/es:
Blakeley, Matthew Robert;
Mosebrook, Donald;
Rogan, Christopher M. y
Steffie, Jamie J.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 375 025 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control de carga con un circuito de detección de corriente de compuerta

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere a circuitos de control de carga para controlar la cantidad de energía entregada a una carga eléctrica desde una fuente de alimentación de corriente alterna (AC). En particular, la presente invención se refiere a un circuito de detección de corriente de compuerta para determinar si un conmutador semiconductor bidireccional está conduciendo una corriente de carga a una carga eléctrica.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un dispositivo convencional de control de carga montado sobre la pared está montado en una toma eléctrica estándar de pared, y está acoplada entre una fuente de alimentación de corriente alterna (AC) (habitualmente una carga principal de AC de voltaje de línea de 50 o 60 Hz) y una carga eléctrica. Los dispositivos estándar de control de carga, tales como los atenuadores y los controles de velocidad de motores, usan un conmutador semiconductor bidireccional, tal como un triac, o uno o más transistores de efecto de campo (FET), para controlar la corriente entregada a la carga y, por tanto, la intensidad de la carga de iluminación o la velocidad del motor. Los típicos dispositivos de control de carga tienen un terminal de línea (o terminal caliente) acoplado con la fuente de alimentación AC y un terminal de carga (p. ej., un terminal caliente atenuado o un terminal caliente conmutado) acoplado con la carga eléctrica, de modo tal que el conmutador semiconductor se acople en serie entre la fuente y la carga eléctrica. Usando una técnica de atenuación de control de fase, el atenuador deja al conmutador semiconductor conductivo durante una parte de cada semiciclo de línea, para proporcionar energía a la carga de iluminación, y deja el conmutador semiconductor no conductivo para la otra parte del semiciclo de línea, para desconectar la alimentación de la carga.

- Algunos dispositivos de control de carga, tales como los atenuadores "inteligentes", incluyen un microprocesador u otro medio de procesamiento para proporcionar un conjunto avanzado de características de control y opciones de respuesta al usuario final. Las características avanzadas de un atenuador inteligente pueden incluir, por ejemplo, una iluminación prefijada protegida o bloqueada, el desvanecimiento y el doble suministro para la intensidad total. Para alimentar el microprocesador, los atenuadores inteligentes incluyen fuentes de alimentación, que extraen una pequeña cantidad de corriente a través de la carga de iluminación cada semiciclo, cuando el conmutador semiconductor es no conductivo. La fuente de alimentación usa habitualmente esta pequeña cantidad de corriente para cargar un condensador de almacenamiento y desarrollar un voltaje de corriente directa (DC) para alimentar el microprocesador. Un ejemplo de un atenuador inteligente se revela en la Patente Estadounidense adjudicada en común N° 5.248.919, expedida el 28 de septiembre de 1993, titulada LIGHTING CONTROL DEVICE (DISPOSITIVO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN).

- A menudo es deseable que el microprocesador del dispositivo de control de carga determine un estado de la carga eléctrica (p. ej., la carga está activada o desactivada). Los típicos dispositivos de control de carga de la técnica anterior han detectado una característica eléctrica (es decir, un voltaje) en el terminal de carga para determinar así el estado de la carga. Sin embargo, el voltaje desarrollado en el terminal de carga depende de las características de la carga eléctrica. Por lo tanto, el voltaje desarrollado en el terminal de carga puede ser distinto para distintos tipos de carga. Por ejemplo, las lámparas incandescentes con distintos valores de vatios también tienen impedancias distintas. Además, algunos tipos de carga de iluminación, tales como la iluminación electrónica de bajo voltaje (ELV) y los balastos electrónicos, se caracterizan por grandes capacitancias, que afectan el voltaje desarrollado en el terminal de carga del dispositivo de control de carga. El documento WO-A-2006/133168 revela un dispositivo de control de carga, esencialmente según el preámbulo de la reivindicación 1.

- Por tanto, exista la necesidad de un dispositivo de control de carga con un circuito de detección que sea operable para detectar una característica eléctrica en un terminal de carga, pero que sea menos dependiente del voltaje en el terminal de carga y del tipo de carga eléctrica que el dispositivo de control de carga está controlando.

Resumen de la invención

La invención se define en las reivindicaciones independientes. Algunas realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

Otras características y ventajas de la presente invención devendrán evidentes a partir de la siguiente descripción de la invención, que se refiere a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema triple de control de iluminación que incluye un

atenuador triple inteligente, según una primera realización de la presente invención;

la Fig. 2A es una vista en perspectiva de una interfaz de usuario del atenuador inteligente de la Fig. 1;

la Fig. 2B muestra un diagrama de estados que resume el funcionamiento del sistema de control de iluminación de la Fig. 1;

5 la Fig. 3 es un diagrama esquemático simplificado que muestra circuitos de detección de corriente del atenuador inteligente de la Fig. 1 en mayor detalle;

las Figs. 4A y 4B son diagramas simplificados que muestran ondas del funcionamiento del atenuador inteligente de la Fig. 1;

10 la Fig. 5 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de botón ejecutado por un controlador del atenuador inteligente de la Fig. 1;

la Fig. 6 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de cruce por cero ejecutado por el controlador del atenuador inteligente de la Fig. 1;

la Fig. 7A es un diagrama de flujo simplificado de una rutina de ACTIVACIÓN ejecutada por el controlador del atenuador inteligente de la Fig. 1;

15 la Fig. 7B es un diagrama de flujo simplificado de una rutina de DESACTIVACIÓN ejecutada por el controlador del atenuador inteligente de la Fig. 1;

la Fig. 8A es un diagrama en bloques simplificado de un sistema triple que incluye un conmutador inteligente, según una segunda realización de la presente invención, con el conmutador inteligente acoplado al sector de línea del sistema;

20 la Fig. 8B es un diagrama en bloques simplificado del sistema triple de la Fig. 8A, con el conmutador inteligente acoplado al sector de carga del sistema;

las Figs. 9A y 9B son diagramas simplificados que muestran ondas del funcionamiento del conmutador inteligente de la Fig. 8A;

25 las Figs. 10A y 10B son diagramas de flujo simplificados de un procedimiento de cruce por cero ejecutado por un controlador del conmutador inteligente de la Fig. 8A;

la Fig. 11 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema de control de iluminación que incluye un atenuador inteligente, según una tercera realización de la presente invención;

la Fig. 12 es un diagrama en bloques simplificado de un procedimiento de botón ejecutado por un controlador del atenuador inteligente de la Fig. 11;

30 la Fig. 13 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de cruce por cero ejecutado por el controlador del atenuador inteligente de la Fig. 11;

la Fig. 14 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema de control de iluminación que incluye un dispositivo de control de carga múltiple, según una cuarta realización de la presente invención; y

35 la Fig. 15 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema de control de iluminación que incluye un dispositivo de control de carga dual, según una quinta realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

El resumen precedente, así como la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, se comprende mejor cuando se lee conjuntamente con los dibujos adjuntos. Con fines de ilustrar la invención, se muestra en los dibujos una realización que es actualmente preferida, en la cual los números iguales representan partes similares en toda la extensión de las diversas vistas de los dibujos, entendiéndose, sin embargo, que la invención no se limita a los procedimientos e instrumentaciones específicos revelados.

40 La Fig. 1 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema 100 triple de control de iluminación que incluye un atenuador triple inteligente 102, según una primera realización de la presente invención. El atenuador 102 y un conmutador triple estándar 104 están conectados en serie entre una fuente 106 de alimentación AC y una carga 108 de iluminación. El conmutador triple 104 obtiene su nombre del hecho de que tiene tres terminales y es más comúnmente conocido como un conmutador de polo único y tiro doble (SPDT), pero se denominará en la presente memoria un "conmutador triple". Obsérvese que, en algunos países, un conmutador triple según lo descrito anteriormente se

conoce como un “conmutador doble”.

El atenuador 102 incluye un terminal caliente H que está acoplado a la fuente 106 de alimentación de AC para recibir un voltaje de línea de AC y dos terminales calientes atenuados DH1, DH2, que están conectados con los dos contactos fijos del conmutador triple 104. El contacto móvil del conmutador triple 104 está acoplado con la carga 108 de iluminación. Alternativamente, el atenuador 102 podría conectarse en el sector de carga del sistema 100 con el conmutador triple 104 en el sector de línea. El atenuador 102 puede instalarse para reemplazar un conmutador triple existente, sin necesidad de reemplazar el otro conmutador triple existente 104, y sin la necesidad de un cambio de cableado para el conmutador triple que está siendo reemplazado. Los terminales H, DH1, DH2 del atenuador 102 pueden ser terminales de tornillo, cables aislados o “conductores volantes”, terminales de inserción u otro medio adecuado de conexión del atenuador con la fuente 106 de alimentación AC y la carga 108 de iluminación.

El atenuador inteligente 102 de dos cables comprende dos dispositivos controlablemente conductivos, p. ej., dos conmutadores 110, 114 semiconductores bidireccionales. Los conmutadores semiconductores 110, 114 pueden comprender tiristores, tales como triacs o rectificadores controlados por silicio (SCR). Además, cada conmutador semiconductor 110, 114 puede comprender otro tipo de circuito conmutador semiconductor, tal como, por ejemplo, un FET en un puente rectificador de onda completa, dos FET en conexión antiserie, o uno o más transistores de juntura bipolares de compuerta aislada (IGBT). Como se muestra en la Fig. 1, cada conmutador semiconductor 110, 114 se implementa como un triac. El primer triac 110 tiene dos terminales principales de carga conectados en serie entre el terminal caliente H y el primer terminal caliente atenuado DH1. El primer triac 110 tiene una compuerta (o entrada de control) que está acoplada con un primer circuito 112 de control de compuerta. El segundo triac 114 tiene dos terminales de carga principal conectados en serie entre el terminal caliente H y el segundo terminal caliente atenuado DH2, y tiene una compuerta que está acoplada con un segundo circuito 116 de control de compuerta. Los circuitos 112, 116 de control de compuerta primero y segundo se dejan conductivos en respuesta a la conducción de corrientes de compuerta a través de las respectivas compuertas de los triacs.

El atenuador 102 incluye adicionalmente un controlador 118 que está acoplado con los circuitos 112, 116 de control de compuerta, para controlar los tiempos de conducción de los triacs 110, 114 cada semiciclo. El controlador 118 se implementa preferiblemente como un microcontrolador, pero puede ser cualquier dispositivo adecuado de procesamiento, tal como un dispositivo de lógica programable (PLD), un microprocesador o un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC). El controlador 118 controla los triacs 110, 114 para dejar los triacs conductivos durante una parte de cada semiciclo del voltaje de línea de corriente AC de la fuente 106 de alimentación de AC.

Según se define en la presente memoria, “controlar” se refiere a aplicar una señal de control a una compuerta de un tiristor (tal como un triac o un SCR) para permitir que una corriente de compuerta fluya en la compuerta del tiristor, de modo tal que el tiristor sea conductivo. Cuando el tiristor es “conductivo”, la corriente de compuerta fluye a través de la compuerta del tiristor y el tiristor es operable para conducir una corriente de carga. La corriente de carga se define como una corriente que tiene una magnitud mayor que la corriente de cierre del tiristor. Si la corriente a través de los terminales de la carga principal del tiristor supera la corriente de cierre del tiristor (mientras el tiristor está siendo controlado), el tiristor conduce entonces la corriente de carga y se define que el tiristor está en “conducción”.

El controlador 118 es operable como para controlar la intensidad de la carga 108 de iluminación, usando una técnica estándar de control de fase adelantada, como es bien conocido para alguien medianamente experto en la técnica. En la atenuación de control de fase adelantada, el controlador 118 deja a uno de los triacs 110, 114 conductivos en algún punto dentro de cada semiciclo de voltaje de línea AC. El triac controlado 110, 114, permanece conductivo hasta que la corriente de carga a través del triac se reduce a aproximadamente cero amperios, lo que habitualmente ocurre cerca del final del semiciclo. La atenuación de control de fase adelantada se usa a menudo para controlar la energía para una carga resistiva o inductiva, que puede incluir, por ejemplo, un transformador magnético de bajo voltaje o una lámpara incandescente.

El atenuador 100 comprende adicionalmente una fuente 120 de alimentación, que genera un voltaje DC, V_{CC} , para alimentar el controlador 118. La fuente 120 de alimentación está acoplada desde el terminal caliente H hasta el primer terminal caliente atenuado DH1, a través de un primer diodo 122, y hasta el segundo terminal caliente atenuado DH2, a través de un segundo diodo 124. Esto permite que la fuente 120 de alimentación extraiga corriente a través del primer terminal caliente atenuado DH1 cuando el conmutador triple 104 está en la posición A, y a través del segundo terminal caliente atenuado DH2 cuando el conmutador triple 104 está en la posición B. La fuente 120 de alimentación es capaz de cargar cuando ninguno de los triacs 110, 114 está conduciendo y hay un potencial de voltaje desarrollado a través del atenuador 120.

El atenuador 102 también incluye un detector 126 de cruce por cero que también está acoplado entre el terminal caliente H y los terminales calientes atenuados DH1, DH2, a través, respectivamente, de los diodos 122, 124. Un cruce por cero se define como el momento en el cual el voltaje de la alimentación de AC efectúa una transición desde la polaridad positiva a la negativa, o desde la polaridad negativa a la positiva, al comienzo de cada semiciclo. El detector 126 de cruce por cero proporciona una señal de control al controlador 118 que identifica los cruces por cero del voltaje

de alimentación de AC. El controlador 118 determina cuándo activar los triacs 110, 114 cada semiciclo, sincronizando a partir de cada cruce por cero del voltaje de alimentación de AC.

Una interfaz 128 de usuario está acoplada al controlador 118 y permite a un usuario controlar la intensidad de la carga 108 de iluminación en un nivel (o estado) deseado de iluminación. La interfaz 128 de usuario proporciona una pluralidad de activadores para recibir entradas desde un usuario. Por ejemplo, la interfaz 128 de usuario puede comprender un botón alternador 200, p. ej., un conmutador de suministro, y un activador 210 de intensidad, p. ej., un control deslizante, como se muestra en la Fig. 2A. En respuesta a una activación del botón alternador 200, el controlador 118 causa que el atenuador 102 alterne el estado de la carga 108 de iluminación (es decir, desde la activación a la desactivación, y viceversa), cambiando cuál de los dos triacs 110, 114 está conduciendo, como se describirá en mayor detalle más adelante. Alternativamente, la interfaz 128 de usuario puede incluir un botón individual de activación y un botón de desactivación, lo que causará, respectivamente, que la carga 108 de iluminación se active y se desactive. El movimiento del activador 210 de intensidad causa que el atenuador 102 controle la intensidad de la carga 108 de iluminación.

Además, la interfaz 128 de usuario puede comprender un visor para proporcionar retroalimentación del estado de la carga 108 de iluminación, o del atenuador 102, al usuario. El visor puede comprender, por ejemplo, una pluralidad de diodos emisores de luz (LED), que pueden ser iluminados selectivamente por el controlador 118. Un visor se describe en mayor detalle en la Patente Estadounidense N° 5.248.919, anteriormente mencionada.

El atenuador 100 comprende adicionalmente un circuito 130 de comunicación para transmitir y recibir mensajes digitales mediante un enlace de comunicación. El controlador 118 puede alternar el estado de la carga 108 de iluminación o controlar la intensidad de la carga de iluminación en respuesta a un mensaje digital recibido mediante el circuito 130 de comunicación. Además, el controlador 118 puede transmitir un mensaje digital que contiene información de retroalimentación (p. ej., el estado de la carga 108 de iluminación o el atenuador 102) mediante el circuito 130 de comunicación. El enlace de comunicación puede comprender, por ejemplo, un enlace cableado de comunicación en serie, un enlace de comunicación de portadora de línea de alimentación (PLC), o un enlace de comunicación inalámbrica, tal como un enlace de comunicación de infrarrojos (IR) o de frecuencia de radio (RF). Un ejemplo de un sistema de control de iluminación de RF se describe en la Patente Estadounidense adjudicada en común N° 5.905.442, expedida el 18 de mayo de 1999, titulada METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING AND DETERMINING THE STATUS OF ELECTRICAL DEVICES FROM REMOTE LOCATIONS [PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA CONTROLAR Y DETERMINAR EL ESTADO DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DESDE UBICACIONES REMOTAS].

El controlador 118 controla los triacs 110, 114 de forma complementaria, de modo tal que sólo uno de los dos triacs sea operable para conducir la corriente de carga a la carga 108 de iluminación en un momento dado. De esta manera, el atenuador 102 funciona de manera similar a un SPDT estándar, dejando que la corriente de carga bien fluya a través del primer terminal caliente atenuado DH1, o bien a través del segundo terminal caliente atenuado DH2, en respuesta a una activación del botón alternador 200.

Cuando el conmutador triple 104 está en la posición A y el estado deseado de la carga 108 de iluminación es activada, el controlador 118 activa el primer triac 110 durante una parte de cada semiciclo, manteniendo a la vez al segundo triac 114 en el estado no conductivo. Si el conmutador triple 104 se alterna luego desde la posición A a la posición B, la corriente no fluye a la carga 108 de iluminación, ya que el segundo triac 114 no está conduciendo. Por lo tanto, la carga 108 de iluminación no se ilumina. Alternativamente, si el conmutador triple 104 está en la posición A, la carga 108 de iluminación está activa, y el botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario está activado, el controlador 118 causa que el primer triac 110 deje de conducir y que el segundo triac 114 comience a conducir. La carga 108 de iluminación está desactivada porque el controlador 118 está controlando el segundo triac 114 mientras el conmutador triple 104 está en la posición A. Si el botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario se activa nuevamente, el controlador 118 deja de controlar al segundo triac 114 y causa que el primer triac 110 comience a conducir, causando así que la carga 108 de iluminación se ilumine nuevamente.

De manera similar, cuando el conmutador triple 104 está en la posición B y el estado deseado de la carga 108 de iluminación es activada, el controlador 118 desactiva el segundo triac 114 durante una parte de cada semiciclo, manteniendo a la vez el primer triac 110 en el estado no conductivo. Si el conmutador triple 104 se conmuta luego a la posición A, el trayecto de corriente hacia la carga 108 de iluminación se interrumpe y la carga de iluminación está desactivada. Además, si el conmutador triple 104 está en la posición B, la carga 108 de iluminación está activada, y se activa el botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario, el controlador 128 causa que el segundo triac 114 deje de conducir y que el primer triac 110 comience a conducir. La carga 108 de iluminación está desactivada porque el primer triac 110 está conduciendo y el conmutador triple 104 está en la posición B.

La fuente 120 de alimentación, preferiblemente, tiene un condensador de almacenamiento lo bastante grande como para alimentar al controlador 118 durante los momentos en que el conmutador triple 104 está efectuando la transición desde la posición A a la posición B, y viceversa. Por ejemplo, según se alterna el conmutador triple 104, la corriente no fluye temporalmente a través de ninguno de los terminales calientes atenuados DH1, DH2, ya que el contacto movable

efectúa la transición y la fuente 120 de alimentación proporciona energía al controlador 118 únicamente en virtud del condensador de almacenamiento interno. La cantidad de energía que la fuente 120 de alimentación necesita proporcionar cuando el conmutador triple 104 está efectuando la transición depende del tiempo de transición requerido para que el contacto móvil se mueva desde un contacto fijo al otro.

5 Sin embargo, no siempre es posible garantizar que la fuente 120 de alimentación podrá alimentar al controlador 118 y a otros circuitos de bajo voltaje durante el tiempo en que el conmutador triple 104 está efectuando la transición entre las posiciones. Debido a limitaciones de espacio en los dispositivos de control de carga montables en pared, no es posible incluir sencillamente un condensador de almacenamiento especialmente grande en la fuente 120 de alimentación para proporcionar energía durante el tiempo de transición. Además, dado que el tiempo de transición depende de la fuerza
10 que un usuario ejerce sobre el activador del conmutador triple 104, el tiempo de transición puede variar ampliamente entre una transición y la próxima. Todos los conmutadores triples 104 incluyen una región de "avance muerto", es decir, cuando el contacto móvil del conmutador triple está aproximadamente a mitad de camino entre la posición A y la posición B, y no está haciendo contacto con ninguno de los contactos fijos. A veces, es posible que el conmutador triple 104 se sostenga en la región de avance muerto, de modo tal que ninguna corriente pueda fluir a través de la fuente 120
15 de alimentación por un periodo indeterminado de tiempo.

Por consiguiente, el atenuador 102 incluye una memoria 132 que permite al atenuador 102 volver al estado adecuado, es decir, controlar el triac correcto de los dos triacs 110, 114, si la alimentación al atenuador 102 se pierde temporalmente cuando el conmutador triple 104 está efectuando una transición. La memoria 132 se acopla al controlador 118. Toda vez que el botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario se activa, el controlador 118
20 almacena en la memoria 132 cuál de los triacs 110, 114 está siendo controlado actualmente. De esta manera, si el atenuador 102 pierde alimentación temporalmente y el voltaje V_{CC} de DC cae por debajo de un nivel que permita el funcionamiento adecuado del controlador 118, el controlador leerá en la memoria 132 qué triac 110, 114 controlar en el "arranque", es decir, cuando el voltaje V_{CC} de DC vuelva a elevarse por encima del nivel que garantiza el funcionamiento adecuado del controlador.

25 La Fig. 2B muestra un diagrama 250 de estados que resume el funcionamiento del sistema 100 de control de iluminación de la Fig. 1. Se muestran dos estados 252, 254, en los cuales la carga 108 de iluminación estará activada, ya que el conmutador triple 504 está en la posición correcta para completar el circuito a través del triac conductor. Por ejemplo, en el estado 210, cuando el conmutador triple 104 está en la posición A, el primer triac 110 es capaz de conducir corriente para así controlar la carga 108 de iluminación. El diagrama 250 de estados también incluye dos
30 estados 256, 258 en los cuales la carga 108 de iluminación estará desactivada, ya que el conmutador triple 104 no está en una posición para conducir corriente a través del triac que está habilitado para la conducción. Una transición entre estados puede estar causada por una de tres acciones: una alternación del conmutador triple 104 desde la posición A a la posición B (indicada como 'B' en la Fig. 1), una alternación del conmutador triple 104 desde la posición B a la posición A (indicada como 'A') y una activación del botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario (indicado como
35 'T').

Haciendo referencia nuevamente a la Fig. 1, el atenuador 102 incluye adicionalmente un conmutador 134 de brecha aérea para proporcionar un interruptor efectivo de brecha aérea entre la fuente 106 de alimentación de AC y la carga 108 de iluminación, para dar servicio a la carga de iluminación, y un inductor 136 para proporcionar el filtrado de la interferencia electromagnética.

40 El primer circuito 112 de control de compuerta incluye un circuito disparador 140, que es sensible al controlador 118, y un circuito 142 detector de corriente, que proporciona una señal activa-baja de control de corriente de compuerta (GC) al controlador. La compuerta del primer triac 110 está acoplada con el circuito disparador 140 mediante un resistor 146, y con el segundo de los terminales principales de carga mediante un resistor 148. Ambos resistores 146, 148, preferiblemente, tienen resistencias de 220 Ω . El controlador 118 es operable para controlar el primer triac 110,
45 controlando el circuito disparador 140 para conducir la corriente de compuerta a través de la compuerta del primer triac 110, para dejar, de esa manera, conductivo al primer triac en un momento predeterminado cada semiciclo del voltaje de línea de AC de la fuente 106 de alimentación de AC. La señal de control de GC es generada por el circuito 142 de detección de corriente y comprende un voltaje de DC representativo de la magnitud de la corriente de compuerta. El controlador 118 es operable para determinar si la corriente de compuerta está fluyendo a través de la compuerta del
50 primer triac 110 en respuesta a la señal de control de GC.

El segundo circuito 116 de control de compuerta tiene una estructura similar a la del primer circuito 112 de control de compuerta, y comprende un circuito disparador 150 y un circuito 152 de detección de corriente. La compuerta del segundo triac 114 está acoplada con el circuito disparador 150 mediante un resistor 156 (p. ej., 220 Ω) y con el segundo de los terminales principales de carga mediante un resistor 158 (p. ej., 220 Ω). El controlador 118 es operable
55 para determinar si la corriente de compuerta está fluyendo a través de la compuerta del segundo triac 114 en respuesta a la señal de control de GC proporcionada por el circuito 152 de detección de corriente. Un resistor 160 está acoplado entre los terminales calientes atenuados DH1, DH2 para permitir que las corrientes de compuerta fluyan a través de los

circuitos 112, 116 de control de compuerta, independientemente de la posición del conmutador triple 104 conectado.

La Fig. 3 es un diagrama esquemático simplificado que muestra los circuitos 142, 152 de detección de corriente en mayor detalle. El circuito disparador 140 del primer circuito 112 de control de compuerta comprende un opto-triac, con una entrada (es decir, un fotodiodo) acoplado entre el controlador 118 y el común del circuito, y una salida (es decir, un foto-triac) acoplado en serie con la compuerta del primer triac 110. El circuito 142 de detección de corriente comprende un opto-acoplador con una entrada (es decir, dos fotodiodos) acoplada en serie con la compuerta del primer triac 110 y el foto-triac del opto-triac. El opto-acoplador también incluye una salida (es decir, un foto-transistor), acoplada entre el controlador 118 y el común del circuito. Cuando la corriente de compuerta no está fluyendo a través de alguno de los fotodiodos del opto-acoplador, el foto-transistor es no conductivo y la salida proporcionada al controlador 118 se eleva hasta esencialmente el voltaje V_{CC} de DC a través de un resistor 144. Sin embargo, cuando la corriente de compuerta está fluyendo, el foto-transistor lleva la salida del controlador 118, esencialmente, hasta el común del circuito (es decir, aproximadamente cero voltios). El segundo circuito 116 de control de compuerta tiene una estructura similar a la del primer circuito 112 de control de compuerta. Los circuitos 112, 116 de control de compuerta primero y segundo están caracterizados de modo tal que los circuitos 142, 152 de detección de corriente señalicen al controlador 118 que la corriente de compuerta está fluyendo (es decir, reduzcan la señal de control de GC) cuando la corriente de compuerta tiene una magnitud de aproximadamente 1 mA o más.

La Fig. 4A es un diagrama simplificado que muestra ondas del funcionamiento del atenuador inteligente 102 cuando el atenuador inteligente está acoplado al sector de línea del sistema 100, el controlador 118 está controlando el primer triac 110, y el conmutador triple 104 está en la posición A, de modo tal que la carga 108 de iluminación esté activada. La corriente de compuerta para el primer triac 110 fluye a través de la fuente 106 de alimentación de AC, el primer triac 110, el circuito disparador 140, el circuito 142 de detección de corriente, el conmutador triple 104 y la carga 108 de iluminación. El controlador 118 deja al triac 110 conductivo en un momento $t_{DISPARO}$ de disparo cada semiciclo, según el nivel de iluminación deseado de la carga 108 de luz. Después de que se dispara el primer triac 110, la corriente de compuerta fluye hacia la compuerta del primer triac durante un periodo de tiempo, hasta que la corriente de carga a través de los terminales principales del primer triac supera una calificación de corriente de cierre y se torna conductiva. La señal de control de GC generada por el circuito 142 de detección de corriente se reduce al común del circuito cuando la corriente de compuerta está fluyendo según se muestra en la Fig. 4A.

La Fig. 4B es un diagrama simplificado que muestra ondas del funcionamiento del atenuador inteligente 102 cuando el atenuador inteligente está acoplado con el sector de línea del sistema 100 y el controlador 118 está controlando el primer triac 110, pero el conmutador triple 104 está en la posición B, de modo tal que la carga 108 de iluminación esté desactivada. Dado que el conmutador triple 104 está en la posición B, la corriente de compuerta para el primer triac 110 fluye a través de la fuente 106 de alimentación de AC, el primer triac 110, el circuito disparador 140, el circuito 142 de detección de corriente, el resistor 160, el conmutador triple 104 y la carga 108 de iluminación. El resistor 160, preferiblemente, tiene una resistencia de 110 k Ω , a fin de impedir que la magnitud de la corriente de compuerta supere la calificación de la corriente de cierre del triac 110. Dado que el primer triac 110 no se torna conductivo, la corriente de compuerta continúa fluyendo y tiene una magnitud mayor que cero esencialmente durante la longitud de cada semiciclo. En consecuencia, la señal de control de GC se reduce al común del circuito para el resto del semiciclo, después de que el controlador 118 intenta controlar el primer triac 110, señalizando que el primer triac no está conduciendo la corriente de carga. La resistencia del resistor 160 se escoge de modo tal que la corriente de compuerta sea mayor que aproximadamente 1 mA, y los circuitos 142, 152 de detección de corriente reducen la señal de control de GC cuando la corriente de compuerta está fluyendo.

El controlador 118 es operable para determinar el estado de la carga 108 de iluminación en respuesta a los circuitos 142, 152 de detección de corriente de los circuitos 112, 116 de control de compuerta, respectivamente. Después de dejar a uno de los triacs 110, 112 conductivo, el controlador 118 comprueba la señal de control de GC proporcionada por el circuito 142, 152 de detección de corriente del triac controlado. Preferiblemente, el controlador 118 muestrea la señal de control de GC en un momento $t_{MUESTRA}$ después de que el controlador comience a controlar al triac mediante el circuito 140, 150 disparador adecuado, según se muestra en las Figs. 4A y 4B. Si la corriente de compuerta no está fluyendo (es decir, la corriente de compuerta tiene una magnitud de esencialmente cero voltios y la señal de control de GC está alta) en el momento $t_{MUESTRA}$ de muestreo, el controlador 118 determina que el triac está conduciendo la corriente de carga y que la carga 108 de iluminación está activada. Si la corriente de compuerta está fluyendo (es decir, la corriente de compuerta tiene una magnitud mayor que esencialmente cero voltios y la señal de control de GC está baja) en el momento $t_{MUESTRA}$ de muestreo, el controlador 118 determina que el triac controlado no está conduciendo la corriente de carga y que la carga 108 de iluminación está desactivada.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 500 de botón ejecutado por el controlador 118 periódicamente, p. ej., una vez cada 10 mseg, para determinar si el botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario está siendo pulsado. El controlador 118 usa una variable CONTADOR_BOT para rastrear durante cuánto tiempo se ha pulsado el botón alternador 200. Específicamente, la variable CONTADOR_BOT mantiene la cuenta de cuántas veces consecutivas se ejecuta el procedimiento 500 de botón mientras está pulsado el botón alternador 200.

Con referencia a la Fig. 5, el controlador 118 comprueba primero la entrada proporcionada desde la interfaz 128 de usuario en la etapa 110, para determinar si el botón alternador 200 de la interfaz de usuario está siendo pulsado. Si el botón alternador 200 no está siendo pulsado en la etapa 512, el controlador 118 borra la variable CONTADOR_BOT en la etapa 514. Sin embargo, si el botón alternador 200 está siendo pulsado en la etapa 512, el controlador 118 incrementa la variable CONTADOR_BOT en la etapa 516. Si la variable CONTADOR_BOT no es igual a un valor máximo, p. ej., dos (2), en la etapa 518, el procedimiento 1800 de botón sencillamente devuelve el control.

Si la variable CONTADOR_BOT es igual a dos en la etapa 518 (es decir, el botón alternador 200 ha sido pulsado durante dos ejecuciones consecutivas del procedimiento 500 de botón), se toma una determinación en la etapa 520 en cuanto a si el controlador 118 está o no controlando actualmente al primer triac 110. Si es así, el controlador 118 comienza a controlar el segundo triac 114 cada semiciclo en la etapa 522 (como se describirá en mayor detalle más adelante). Si el controlador 118 no está controlando el primer triac 110 en la etapa 520, el controlador comienza a controlar el segundo triac 114 cada semiciclo en la etapa 524. Finalmente, la variable CONTADOR_BOT se borra en la etapa 526 y el procedimiento 500 de botón devuelve el control.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 600 de cruce por cero ejecutado por el controlador 118 periódicamente, en respuesta a la recepción de una indicación de un cruce por cero desde el detector 126 de cruces por cero, es decir, una vez cada semiciclo del voltaje de línea de AC de la fuente 106 de alimentación de AC. Después del cruce por cero en la etapa 610 cada semiciclo, el controlador 118 deja primero conductivo uno de los triacs 110, 114 primero y segundo en el momento $t_{DISPARO}$ adecuado de disparo después del cruce por cero. Específicamente, si el controlador 118 está controlando el primer triac 110 en la etapa 612, el controlador controla el primer triac en el momento $t_{DISPARO}$ de disparo mediante el primer circuito 112 de control de compuerta en la etapa 614. Si el controlador 118 está controlando el segundo triac 114 en la etapa 612, el controlador controla el segundo triac en el momento $t_{DISPARO}$ de disparo mediante el segundo circuito 116 de control de compuerta en la etapa 616. El controlador 118 continúa controlando el triac 110, 114 adecuado durante un periodo de tiempo, p. ej., 200 μ seg, en la etapa 618.

Después de que el periodo de tiempo se agota en la etapa 618, el controlador 118 comprueba una de las señales de control de GC proveniente de los circuitos 142, 152 de detección de corriente para determinar el estado de la carga 108 de iluminación. Si el controlador 118 está controlando el primer triac 110 en la etapa 620, el controlador muestrea la señal de control de GC del circuito 142 de detección de corriente del primer circuito 112 de control de compuerta en la etapa 622. En caso contrario, el controlador 118 muestrea la señal de control de GC del circuito 152 de detección de corriente del segundo circuito 116 de control de compuerta en la etapa 624. Si la muestra de la señal adecuada de control de GC muestra en la etapa 626 que no hay ninguna corriente de compuerta fluyendo en el momento $t_{MUESTRA}$ de muestreo, el controlador 118 ejecuta una rutina 700 de ACTIVACIÓN, que se explicará en mayor detalle más adelante con referencia a la Fig. 7A. La rutina 700 de ACTIVACIÓN proporciona algún filtrado digital para garantizar que el estado de la carga 108 de iluminación, según lo determinado por el controlador 118, no cambia demasiado a menudo. El procedimiento 600 de cruce por cero debe ejecutar la rutina 700 de ACTIVACIÓN durante un número predeterminado de semiciclos consecutivos, p. ej., aproximadamente doce (12) semiciclos consecutivos, antes de que el controlador 118 determine que la carga 108 de iluminación está activada.

Si la corriente de compuerta está fluyendo en la etapa 626, el controlador 118 ejecuta una rutina 750 de DESACTIVACIÓN, que se explicará en mayor detalle más adelante con referencia a la Fig. 7B. De manera similar a la rutina 700 de ACTIVACIÓN, la rutina 750 de DESACTIVACIÓN garantiza que el estado de la carga 108 de iluminación, según lo determinado por el controlador 118, no cambie demasiado a menudo, asegurándose de que el controlador 118 detecta que la corriente de compuerta está fluyendo a través de la compuerta del triac controlado durante un número predeterminado de semiciclos consecutivos, p. ej., aproximadamente doce (12) semiciclos consecutivos, antes de determinar que la carga 108 de iluminación está desactivada. Finalmente, el controlador 118 deja de controlar el triac 110, 114 adecuado en la etapa 628 y el procedimiento 600 devuelve el control.

Las Figs. 7A y 7B son, respectivamente, diagramas de flujo simplificados de la rutina 70 de ACTIVACIÓN y de la rutina 750 de DESACTIVACIÓN, ambas llamadas desde el procedimiento 600 de cruce por cero. El controlador 118 usa dos variables CONTADOR_ACTIVACIÓN y CONTADOR_DESACTIVACIÓN para llevar la cuenta de cuántos semiciclos consecutivos el procedimiento 600 de cruce por cero ha ejecutado la rutina 700 de ACTIVACIÓN y la rutina 750 de DESACTIVACIÓN, respectivamente. Preferiblemente, las variables CONTADOR_ACTIVACIÓN y CONTADOR_DESACTIVACIÓN se inicializan con cero durante un procedimiento de arranque del controlador 118.

Durante la rutina 700 de ACTIVACIÓN, la variable CONTADOR_DESACTIVACIÓN se borra (es decir, se fija en cero) en la etapa 710 y la variable CONTADOR_ACTIVACIÓN se incrementa en uno en la etapa 712. Si la variable CONTADOR_ACTIVACIÓN es menor que once (11) en la etapa 714, la rutina 700 de ACTIVACIÓN simplemente devuelve el control. Si la variable CONTADOR_ACTIVACIÓN es mayor que once, es decir, es doce (12) o más, en la etapa 714, el controlador 118 determina que la carga 108 de iluminación está activada en la etapa 716 y la rutina 700 de ACTIVACIÓN devuelve el control. Por el contrario, durante la rutina 750 de DESACTIVACIÓN, se borra la variable

CONTADOR_ACTIVACIÓN (es decir, se fija en cero) en la etapa 760 y la variable CONTADOR_DESACTIVACIÓN se incrementa en uno en la etapa 762. Cuando la variable CONTADOR_DESACTIVACIÓN es mayor que once en la etapa 764, el controlador 118 determina que la carga 108 de iluminación está desactivada en la etapa 766.

5 Al determinar el estado de la carga 108 de iluminación usando el procedimiento 600 de cruce por cero, el controlador 118 es capaz de controlar el visor de la interfaz 128 de usuario para proporcionar retroalimentación del estado de la carga 108 de iluminación y para informar del estado de la carga 108 de iluminación mediante el circuito 130 de comunicación.

10 La Fig. 8A es un diagrama en bloques simplificado de un sistema triple 800 que incluye un conmutador inteligente 802, según una segunda realización de la presente invención. El conmutador inteligente 802 incluye un terminal neutral N, que está acoplado con la conexión neutral de la fuente 104 de alimentación de AC. Al igual que con el atenuador inteligente 102 de la primera realización, los triacs 110, 114 están controlados de manera complementaria por un controlador 818. Un primer detector 826 de cruce por cero está acoplado entre el primer terminal caliente conmutado SH1 y el terminal neutral N, y un segundo detector 827 de cruce por cero está acoplado entre el segundo terminal caliente conmutado SH2 y el terminal neutral N. El controlador 818 recibe las señales de cruce por cero que representan los cruces por cero del voltaje de línea de AC de la fuente 106 de alimentación de AC desde los detectores 826, 827 primero y segundo de cruce por cero.

15 El conmutador inteligente 802 incluye una fuente 820 de alimentación que está acoplada entre el terminal caliente H y un terminal neutral N, de modo tal que no se extraiga ninguna corriente a través de la carga 108 de iluminación a fin de cargar la fuente 820 de alimentación. La fuente 820 de alimentación genera un voltaje de DC para alimentar un controlador 818. El voltaje V_{CC} de DC se refiere al común del circuito, es decir, el terminal neutral N.

20 Al igual que con el atenuador inteligente 102 de la Fig. 1, el controlador 818 es operable para controlar el circuito disparador 140, 150 de los circuitos 112, 116 de control de compuerta, para disparar, respectivamente, los triacs 110, 112. El controlador 818 también es operable para determinar si la corriente de compuerta está fluyendo en respuesta a los circuitos 142, 152 de detección de corriente del circuito 112, 116 de control de compuerta, respectivamente. El conmutador inteligente 802 comprende adicionalmente un circuito 860 de detección de voltaje de línea (LVD), que está acoplado entre el terminal caliente H y el terminal neutral N. El circuito 860 de detección de voltaje de línea proporciona una señal de control de LVD activa-baja al controlador 818. El controlador 818 es operable para determinar si el voltaje de línea de AC está presente en el terminal caliente H en respuesta al circuito 860 de detección de voltaje de línea. El circuito 860 de detección de voltaje de línea permite al controlador 818 determinar si la carga 108 de iluminación está activada cuando el atenuador 802 está acoplado con el sector de carga del sistema 800 (según se muestra en la Fig. 8B). En consecuencia, el controlador 818 es operable para determinar el estado del conmutador triple 104 y la carga 108 de iluminación en respuesta a los circuitos 142, 152 de detección de corriente y el circuito 860 de detección de voltaje de línea.

25 La Fig. 9A es un diagrama simplificado que muestra ondas del funcionamiento del conmutador inteligente 802 cuando el conmutador inteligente está acoplado con el sector de línea del sistema 800 (según se muestra en la Fig. 8A), el controlador 818 está controlando al primer triac 110, y el conmutador triple 104 está en la posición A, de modo tal que la carga 108 de iluminación esté activada. Dado que la señal de voltaje de línea de AC está presente en el terminal caliente H, el circuito 860 de detección de voltaje de línea reduce la señal de control de LVD alrededor del pico del voltaje de línea de AC, señalizando al controlador 118 que el voltaje de línea de AC está presente. El controlador 118 no puede determinar el estado de la carga 108 de iluminación a partir de la señal de control de LVD, sino que debe comprobar una de las señales de control de GC.

30 La corriente de compuerta para el primer triac 110 fluye a través de la fuente 106 de alimentación de AC, el primer triac 110, el circuito disparador 140, el circuito 142 de detección de corriente y el primer detector 826 de cruce por cero, hasta el terminal neutral N. Inmediatamente después de cada cruce por cero del voltaje de línea de AC, el controlador 118 controla el circuito disparador 140 para disparar el primer triac 110. En consecuencia, la corriente de compuerta fluye hacia la compuerta del primer triac durante un periodo de tiempo, hasta que la corriente de carga a través de los terminales principales del triac supera la calificación de la corriente de cierre y el triac se torna conductivo. El voltaje a través del triac 110 cae luego hasta un voltaje significativamente bajo (p. ej., aproximadamente 1 V) y la corriente de compuerta deja de fluir. Por lo tanto, la corriente de compuerta existe como un pulso de corriente cuando el triac se dispara con éxito. La señal de control de GC generada por el circuito 142 de detección de corriente es baja (es decir, a esencialmente cero voltios) cuando la corriente de compuerta está fluyendo, y es alta (es decir, a esencialmente el voltaje V_{CC} de DC) cuando la corriente de compuerta no está fluyendo, según se muestra en la Fig. 9A.

35 La Fig. 9B es un diagrama simplificado que muestra ondas del funcionamiento del conmutador inteligente 802 cuando el conmutador inteligente está acoplado con el sector de línea del sistema 800 y el controlador 818 está controlando el primer triac 110, pero el conmutador triple 104 está en la posición B, de modo tal que la carga 108 de iluminación esté desactivada. En este caso, el primer triac 110 no se torna conductivo, ya que la corriente a través de los terminales principales del triac no puede superar la calificación de la corriente de cierre. La impedancia del detector 826 de cruce

por cero (p. ej., aproximadamente 110 kΩ) fija la magnitud de la corriente de compuerta en un voltaje por debajo de la calificación de la corriente de cierre del primer triac 110. Dado que el primer triac 110 no se torna conductivo, la corriente de compuerta continúa fluyendo y tiene una magnitud mayor que esencialmente cero amperios (es decir, aproximadamente 1 mA o más, según lo determinado por la impedancia del detector 826 de cruce por cero) durante esencialmente la longitud de cada semiciclo. En consecuencia, la señal de control de GC se reduce al común del circuito (es decir, a aproximadamente cero voltios) durante esencialmente la longitud total de cada semiciclo, señalizando que el primer triac 112 no está conduciendo la corriente de carga.

Cuando el conmutador inteligente 802 está acoplado con el sector de línea del sistema 800 (según se muestra en la Fig. 9A), el controlador 818 es operable para determinar el estado de la carga 108 de iluminación, en respuesta a los circuitos 142, 152 de detección de corriente. Específicamente, el controlador 818 monitoriza la salida del circuito 142, 152 de detección de corriente que está acoplado en serie con la compuerta del triac que está siendo controlado actualmente, durante una ventana de muestreo cerca del pico del voltaje de línea de AC. Si la corriente de compuerta no está fluyendo (es decir, la corriente de compuerta tiene una magnitud de esencialmente cero amperios), el controlador 818 determina que el triac es conductivo y la carga 108 de iluminación está activada. Si la corriente de compuerta está fluyendo (es decir, la corriente de compuerta tiene una magnitud mayor que esencialmente cero amperios), el controlador 818 determina que el triac no está conduciendo corriente a la carga y que la carga 108 de iluminación está desactivada.

Preferiblemente, la ventana de muestreo es un periodo de tiempo con una longitud T_{VENTANA} (p. ej., de aproximadamente 1,5 mseg) centrado alrededor de un momento t_{PICO} correspondiente al pico del voltaje de línea de AC, según se muestra en las Figs. 9A y 9B. La ventana de muestreo está centrada alrededor del pico del voltaje de línea de AC para asegurar que el controlador 818 no muestree la señal de control de GC alrededor de los cruces por cero. Cerca de los cruces por cero, los opto-triacs de los circuitos disparadores 140, 150 de los circuitos 112, 114 primero y segundo de control de compuerta pueden no tener suficiente corriente fluyendo a través de los foto-triacs para seguir siendo conductivos. Esto puede causar que los opto-acopladores de los circuitos 142, 152 de detección de corriente permitan que la señal de control de GC esté alta (es decir, la misma condición que cuando uno de los triacs 110, 114 se ha tomado conductivo y la corriente de compuerta ha dejado de fluir).

Cuando el conmutador inteligente 802 está acoplado con el sector de carga del sistema 800 (según se muestra en la Fig. 8B), el controlador 818 no puede determinar el estado de la carga 108 de iluminación únicamente a partir de los circuitos 142, 152 de detección de corriente. El controlador 818 también debe usar el circuito 860 de detección de voltaje de línea para determinar el estado de la carga 108 de iluminación. Si el controlador 118 no está controlando el triac 110, 114 que está en serie con la posición actual del conmutador triple 104, el voltaje de línea de AC no está presente a través del circuito 860 de detección de voltaje de línea. El circuito 860 de detección de voltaje de línea proporciona una señal de control adecuada al controlador 818, que deduce que la carga 108 de iluminación está desactivada. Si el voltaje de línea de AC está presente a través del circuito 860 de detección de voltaje de línea y la corriente de compuerta está fluyendo a través de la compuerta del triac que el controlador 818 está controlando, el controlador determina que la carga 108 de iluminación está activada.

Las Figs. 10A y 10B son diagramas de flujo simplificados de un procedimiento 1000 de cruce por cero ejecutado por el controlador 818 periódicamente en respuesta a la recepción de una indicación de un cruce por cero desde cualquiera de los detectores 826, 827 de cruce por cero, es decir, una vez cada semiciclo del voltaje de línea de AC de la fuente 106 de alimentación de AC. El controlador 818 también ejecuta el procedimiento 500 de botón de la Fig. 5 periódicamente, p. ej., aproximadamente una vez cada 10 mseg, para determinar cuál de los triacs 110, 114 ha de controlar. Con referencia a la Fig. 10A, cuando el controlador 818 recibe una indicación de un cruce por cero en la etapa 1010 cada semiciclo, el controlador 818 deja primero conductivo uno de los triacs 110, 114 primero y segundo, esencialmente de forma inmediata a continuación del cruce por cero (es decir, en cuanto la magnitud del voltaje de línea de AC es lo bastante alta como para que los triacs 110, 114 puedan dispararse). Específicamente, si el controlador 818 está controlando el primer triac 110 en la etapa 1012, el controlador controla el primer triac mediante el primer circuito 112 de control de compuerta en la etapa 1014. Alternativamente, si el controlador 818 está controlando el segundo triac 114 en la etapa 1012, el controlador controla el segundo triac mediante el segundo circuito 116 de control de compuerta en la etapa 1016. Si el controlador 818 determina que el semiciclo actual es el semiciclo negativo en la etapa 1018, el controlador espera el final del semiciclo en la etapa 1032, después de lo cual el controlador deja de controlar el triac adecuado 1510, 1514 en la etapa 1034.

Si el semiciclo actual es el semiciclo positivo en la etapa 1018, el controlador 818 determina en la etapa 1021 si el voltaje de línea de AC ha entrado o no en la ventana de muestreo, es decir, el periodo de tiempo de 1,5 mseg que rodea al pico del voltaje de línea de AC, según se muestra en las Figs. 9A y 9B.

El controlador 818 espera en la etapa 1020 hasta que el voltaje de línea de AC esté en la ventana de muestreo, momento en el cual el controlador comienza a muestrear periódicamente la señal de control de LVD y la señal de control de GC para determinar si el voltaje de línea de AC está presente en el terminal caliente H y si la corriente de

compuerta está fluyendo a través de la compuerta de uno de los triacs 110, 114 primero y segundo, respectivamente. Preferiblemente, el controlador 818 muestrea las señales de control aproximadamente cada 250 μ seg, de modo tal que el controlador obtiene aproximadamente seis (7) muestras de cada una de las señales de control durante la ventana de muestreo. El controlador 818 usa dos variables CONTADOR_LVD y CONTADOR_GC para llevar la cuenta de cuántas de las seis muestras de la señal de control de LVD son altas y cuántas de las señales de control de CONTADOR_GC son bajas, respectivamente, durante la ventana de muestreo. Preferiblemente, las variables CONTADOR_LVD y CONTADOR_GC se inicializan en cero durante un procedimiento de arranque del controlador 818.

Con referencia a la Fig. 10B, el controlador 818 comprueba la señal de control de LVD proveniente del circuito 860 de detección de voltaje de línea en la etapa 1022, para determinar si el voltaje de línea de AC está presente o no en el terminal caliente H. Si el voltaje de línea de AC no se detecta en la etapa 1024, el controlador 818 incrementa la variable CONTADOR_LVD en la etapa 1026. Si la variable CONTADOR_LVD es igual a un valor máximo, p. ej., dos (2), en la etapa 1028 (es decir, dos de las seis muestras de la señal de control de LVD están altas durante la ventana de muestreo), el controlador 818 ejecuta la rutina 750 de DESACTIVACIÓN de la Fig. 7B y eventualmente determina que la carga 108 de iluminación está desactivada si el voltaje de línea de AC no se detecta durante doce semiciclos consecutivos. Después de ejecutar la rutina 750 de DESACTIVACIÓN, el controlador 818 borra las variables CONTADOR_LVD y CONTADOR_GC en la etapa 1030. Al final del semiciclo en la etapa 1032, el controlador 818 deja de controlar el triac 110, 514 adecuado en la etapa 1034 y el procedimiento 1000 devuelve el control.

Si se detecta el voltaje de línea de AC en la etapa 1024, o si la variable CONTADOR_LVD no es igual a dos en la etapa 1028, el controlador 818 determina si la corriente de compuerta está fluyendo a través de la compuerta de uno de los triacs 110, 114 primero y segundo. Específicamente, si el controlador 818 está actualmente controlando al primer triac 110 en la etapa 1036, el controlador monitoriza la salida del primer circuito 142 de detección de corriente del primer circuito 112 de control de compuerta en la etapa 1038, para determinar si la corriente de compuerta está fluyendo actualmente a través de la compuerta del primer triac 110. Si el controlador 818 está controlando actualmente el segundo triac 114 en la etapa 1036, el controlador monitoriza la salida del segundo circuito 152 de detección de corriente del segundo circuito 116 de control de compuerta en la etapa 1040, para determinar si la corriente de compuerta está actualmente fluyendo a través de la compuerta del segundo triac 114. Si la corriente de compuerta no está fluyendo a través de la compuerta del primer triac 110 o la compuerta del segundo triac 114 durante la ventana de muestreo en la etapa 1042, el controlador 818 incrementa la variable CONTADOR_GC en la etapa 1044. Si la variable CONTADOR_GC es igual a un número máximo, p. ej., dos (2), en la etapa 1046, el controlador 818 ejecuta la rutina 700 de ACTIVACIÓN de la Fig. 7A y eventualmente determina que la carga 108 de iluminación está activada, si no hay ninguna corriente de compuerta fluyendo durante doce semiciclos consecutivos. El controlador 818 borra entonces las variables CONTADOR_LVD y CONTADOR_GC en la etapa 1030 y deja de controlar el triac 110, 114 adecuado al final del semiciclo en la etapa 1034, antes de que el procedimiento 1000 devuelva el control.

Si la corriente de compuerta está fluyendo a través de cualquiera de las compuertas de los triacs 110, 114 durante la ventana de muestreo en la etapa 1042, o si la variable CONTADOR_GC no es igual a dos en la etapa 1046, el controlador 818 determina si el voltaje de línea de AC ha llegado o no al final de la ventana de muestreo en la etapa 1048. Si no ha llegado, el controlador 818 espera en la etapa 1050 y luego muestrea la señal de control de LVD y la señal de control de GC nuevamente, de modo tal que las señales de control se muestreen aproximadamente cada 250 μ seg. Si el voltaje de línea de AC ha llegado al final de la ventana de muestreo en la etapa 1050, el controlador 818 ejecuta la rutina 750 de DESACTIVACIÓN y borra las variables CONTADOR_LVD y CONTADOR_GC en la etapa 1030, antes de dejar de controlar el triac 110, 114 adecuado en la etapa 1034. Finalmente, el procedimiento 1000 devuelve el control.

La Fig. 11 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema 1100 de control de iluminación que incluye un atenuador inteligente 1102, según una tercera realización de la presente invención. El atenuador inteligente 1102 sólo incluye un triac 110, que está simplemente acoplado entre la fuente 106 de alimentación de AC y la carga 108 de iluminación. Un controlador 1118 es operable para controlar el triac 110 a fin de activar y desactivar la carga 108 de iluminación, y para controlar la intensidad de la carga de iluminación en respuesta a entradas recibidas mediante la interfaz 128 de usuario y el circuito 130 de comunicación. El controlador 1118 es operable para determinar si la carga 108 de iluminación está o no presente (es decir, instalada en el sistema 1100) o si está averiada (es decir, fundida) en respuesta al circuito 142 de detección de corriente de compuerta del circuito 112 de control de compuerta. Un resistor 1160 está acoplado entre el terminal caliente atenuado DH y la conexión neutral N, para permitir que la corriente de compuerta fluya si la carga 108 de iluminación está ausente o averiada.

La Fig. 12 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 1200 de botón ejecutado por el controlador 1118 periódicamente, p. ej., una vez cada 10 mseg, para determinar si el botón alternador 200 de la interfaz 128 de usuario está siendo pulsado. El procedimiento 1200 de botón es muy similar al procedimiento 500 de botón de la Fig. 5. Sin embargo, después de que la variable CONTADOR_BOT es igual a dos en la etapa 518, el controlador 1118 determina en la etapa 1220 si la carga 108 de iluminación está siendo controlada actualmente para estar activada. Si es así, el controlador 1118 deja de controlar el triac 110 cada semiciclo para desactivar la carga 108 de iluminación en la etapa

1222. Si la carga 108 de iluminación está actualmente desactivada en la etapa 1220, el controlador 1118 comienza a controlar el triac 114 en el momento adecuado cada semiciclo, para activar la carga 108 de iluminación en la etapa 1224.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 1300 de cruce por cero ejecutado por el controlador 1118 periódicamente en respuesta a la recepción de una indicación de un cruce por cero proveniente del detector 826 de cruces por cero, es decir, una vez cada semiciclo del voltaje de línea de AC de la fuente 106 de alimentación de AC. Después de recibir una indicación de un cruce por cero en la etapa 1310, el controlador 1118 determina en la etapa 1312 si el triac 110 debería o no controlarse de modo tal que la carga 108 de iluminación se active. Si la carga 108 de iluminación está desactivada en la etapa 1312, el procedimiento 1300 simplemente devuelve el control. En caso contrario, el controlador 1118 controla el triac 110 en el momento $t_{DISPARO}$ adecuado de disparo en la etapa 1314.

En la etapa 1316, el controlador 1118 espera durante 200 μ seg desde que el controlador controló el triac 110 en la etapa 1314. Después del momento $t_{MUESTRA}$ de muestreo en la etapa 1316, el controlador 1118 comprueba la señal de control de GC proporcionada por el circuito 142 de detección de corriente de compuerta en la etapa 1318, para determinar si la corriente de compuerta está fluyendo. Si la corriente de compuerta no está fluyendo en la etapa 1320, el controlador 1118 ejecuta la rutina 700 de ACTIVACIÓN y eventualmente determina que la carga 108 de iluminación está activada (es decir, la carga de iluminación está funcionando correctamente) si no hay ninguna corriente de compuerta fluyendo durante doce semiciclos consecutivos. Si la corriente de compuerta está fluyendo en la etapa 1320, el controlador 1118 ejecuta la rutina 750 de DESACTIVACIÓN y eventualmente determina que la carga 108 de iluminación está desactivada si hay corriente de compuerta fluyendo durante doce semiciclos consecutivos. Si la carga 108 de iluminación está desactivada en la etapa 1322 (es decir, el triac 110 no está conduciendo cuando el triac debería estar conduciendo), el controlador 1118 determina que la carga 108 de iluminación está ausente o averiada. En consecuencia, el controlador 1118 exhibe una indicación de error en el visor de la interfaz 128 de usuario en la etapa 1324. Alternativamente, el controlador 1118 podría transmitir un mensaje digital representativo de la condición de error, mediante el circuito 132 de comunicación en la etapa 1324. Finalmente, el controlador 1118 deja de controlar el triac 110 en la etapa 1326.

La Fig. 14 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema 1400 de control de iluminación que incluye un dispositivo 1402 múltiple de control de carga, según una cuarta realización de la presente invención. El dispositivo 1402 múltiple de control de carga es operable para controlar independientemente la cantidad de alimentación entregada a dos cargas 108, 109 de iluminación, según se muestra en la Fig. 14. El dispositivo 1402 múltiple de control de carga incluye dos triacs 1410, 1414, que están acoplados en serie entre un terminal caliente H y dos terminales calientes atenuados DH1, DH2, respectivamente. El dispositivo 1402 múltiple de control de carga podría controlar las intensidades de cargas adicionales de iluminación si se proporcionan simplemente triacs adicionales en paralelo con los triacs 1410, 1414. El dispositivo 1402 múltiple de control de carga puede comprender, por ejemplo, una unidad de control GRAFIK Eye®, que es fabricada por el cesionario de la presente solicitud y que se describe en mayor detalle en la Patente Estadounidense N° 5.949.200, expedida el 7 de septiembre de 1999, titulada WALL MOUNTABLE CONTROL SYSTEM WITH VIRTUALLY UNLIMITED ZONE CAPACITY [SISTEMA DE CONTROL MONTABLE EN LA PARED CON CAPACIDAD ZONAL VIRTUALMENTE ILIMITADA].

Un controlador 1418 es operable para controlar dos circuitos disparadores 1440, 1450 de los respectivos circuitos 1412, 1426 de control de compuerta para dejar los triacs 1410, 1414 conductivos cada semiciclo. El controlador 1418 es operable para determinar si cada una de las cargas 108, 109 de iluminación está o no ausente o averiada en respuesta a los circuitos 1442, 1452 de detección de corriente de compuerta de los respectivos circuitos 1412, 1416 de control de compuerta. Dos resistores 1460, 1470 están respectivamente acoplados entre los terminales calientes atenuados DH1, DH2 y la conexión neutral N, para permitir que las corrientes de compuerta fluyan si las cargas 108, 109 de iluminación están ausentes o averiadas. El controlador 1418 puede proporcionar una indicación de error del visor de la interfaz 128 de usuario si cualquiera de las cargas 108, 109 de iluminación está ausente o averiada. El controlador 1418 podría habilitar o inhabilitar características del dispositivo 1402 múltiple de control de carga, o bien decidir iluminar o no iluminar partes del visor en respuesta a la determinación de que alguna de las cargas 108, 109 de iluminación está ausente o averiada.

La Fig. 15 es un diagrama en bloques simplificado de un sistema 1500 de control de iluminación que incluye un dispositivo dual 1502 de control de carga, según una quinta realización de la presente invención. El dispositivo dual 1502 de control de carga es operable para controlar independientemente la cantidad de alimentación entregada a dos cargas 108, 109 de iluminación. El dispositivo dual 1502 de control de carga no incluye un terminal neutral. Un controlador 1518 es operable para dejar los triacs 1410, 1414 conductivos cada semiciclo y para determinar si una de las cargas 108, 109 de iluminación está o no ausente o averiada en respuesta a los circuitos 1442, 1452 de detección de corriente de compuerta de los respectivos circuitos 1412, 1416 de control de compuerta. Un resistor 1560 está acoplado entre los terminales calientes atenuados DH1, DH2 para permitir que las corrientes de compuerta fluyan si una de las cargas 108, 109 de iluminación está ausente o averiada. Un dispositivo dual de control de carga se describe

en mayor detalle en la Solicitud de Patente Estadounidense con N° de serie 11/598,460, depositada el 12 de noviembre de 2006, titulada WALL-MOUNTABLE SMART DUAL LOAD CONTROL DEVICE [DISPOSITIVO INTELIGENTE DUAL DE CONTROL DE CARGA MONTABLE SOBRE PARED].

5 Aunque las palabras “dispositivo” y “unidad” han sido usadas para describir los elementos de los sistemas de control de iluminación de la presente invención, debería observarse que cada “dispositivo” y “unidad” descritos en la presente memoria no necesariamente debe estar totalmente contenida en un único recinto o estructura. Por ejemplo, el atenuador 102 de la Fig. 1 puede comprender una pluralidad de botones en una cubierta montada sobre la pared y un controlador que está incluido en una ubicación por separado. Además, un “dispositivo” puede estar contenido en otro “dispositivo”. Por ejemplo, el conmutador semiconductor (es decir, el dispositivo controlablemente conductivo) es una
10 parte del atenuador de la presente invención.

La presente solicitud está relacionada con la Solicitud de Patente Estadounidense expediente de agente N° P / 10-979 CIP (05-12150-P2 CP3), en tramitación junto a la presente y transferida legalmente depositada el mismo día que la presente solicitud, titulada LOAD CONTROL DEVICE FOR USE WITH LIGHTING CIRCUITS HAVING THREE-WAY SWITCHES [DISPOSITIVO DE CONTROL DE CARGA PARA UTILIZAR CON CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN CON
15 CONMUTADORES TRIPLES].

Aunque la presente invención ha sido descrita con respecto a realizaciones específicas de la misma, muchas otras variaciones y modificaciones, y otros usos, devendrán evidentes a los expertos en la técnica. Se prefiere, por lo tanto, que la presente invención no esté limitada por la revelación específica en la presente memoria, sino solamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (102, 802) de control de carga adaptado para acoplarse a un circuito que incluye una fuente (106) de alimentación de AC, una carga (108) y un conmutador triple (104) de polo único y doble tiro, generando la fuente de alimentación de AC un voltaje de línea de AC para alimentar la carga, comprendiendo el dispositivo de control de carga:

terminales de carga eléctrica primero, segundo y tercero (H, DH1, DH2);

un primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, con un estado conductivo y un estado no conductivo, el primer dispositivo controlablemente conductivo acoplado eléctricamente entre el primer terminal de carga y el segundo terminal de carga, de modo tal que cuando el primer dispositivo controlablemente conductivo está en el estado conductivo y el dispositivo de control de carga está acoplado al circuito, una corriente de carga es operable para que fluya entre el primer terminal de carga y el segundo terminal de carga, teniendo el primer dispositivo controlablemente conductivo una primera entrada de control, y operable para ingresar al estado conductivo en respuesta a una primera corriente de compuerta conducida a través de la primera entrada de control;

un segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo con un estado conductivo y un estado no conductivo, el segundo dispositivo controlablemente conductivo eléctricamente acoplado entre el primer terminal de carga y el tercer terminal de carga, de modo tal que, cuando el segundo dispositivo controlablemente conductivo está en el estado conductivo y el dispositivo de control de carga está acoplado al circuito, la corriente de carga es operable para fluir entre el primer terminal de carga y el tercer terminal de carga, teniendo el segundo dispositivo controlablemente conductivo una segunda entrada de control, y operable para ingresar al estado conductivo en respuesta a una segunda corriente de compuerta conducida a través de la segunda entrada de control; y

un controlador (118) operable para controlar los dispositivos controlablemente conductivos primero y segundo, para controlar la carga entre un estado activado y un estado desactivado, siendo el controlador operable para controlar los dispositivos controlablemente conductivos primero y segundo, a fin de cambiar al menos uno de los dispositivos controlablemente conductivos desde el estado no conductivo al estado conductivo cada semiciclo del voltaje de línea de AC;

caracterizado porque el dispositivo de control de carga comprende adicionalmente:

un primer circuito (112) de detección con una entrada acoplada operativamente a la entrada de control del primer dispositivo controlablemente conductivo y una salida operativamente acoplada al controlador, siendo el primer circuito de detección operable para proporcionar una primera señal de control representativa de la magnitud de la primera corriente de compuerta al controlador; y

un segundo circuito (116) de detección con una entrada operativamente acoplada con la entrada de control del segundo dispositivo controlablemente conductivo, y una salida operativamente acoplada con el controlador, siendo el segundo circuito de detección operable para proporcionar una segunda señal de control representativa de la magnitud de la segunda corriente de compuerta al controlador;

en el que el controlador está operativamente acoplado con las salidas de los circuitos de detección primero y segundo, para recibir, respectivamente, las señales de control primera y segunda, siendo el controlador operable para determinar, en respuesta a la magnitud de la primera corriente de compuerta a través de la primera entrada de control del primer dispositivo controlablemente conductivo, si el primer dispositivo controlablemente conductivo está actualmente conduciendo corriente a la carga, y para determinar, en respuesta a la magnitud de la segunda corriente de compuerta a través de la segunda entrada de control del segundo dispositivo controlablemente conductivo, si el segundo dispositivo controlablemente conductivo está actualmente conduciendo corriente a la carga.

2. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual el controlador (118) es operable para determinar si la carga está en el estado activado si una de las corrientes de compuerta primera y segunda tiene una magnitud de esencialmente cero amperios.

3. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 2, en el cual el controlador (118) es operable para determinar si la carga está en el estado desactivado si una de las corrientes de compuerta primera y segunda tiene una magnitud mayor que esencialmente cero amperios.

4. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 3, en el cual el controlador (118) es operable para determinar si la carga está en el estado desactivado si la primera corriente de compuerta tiene una magnitud mayor que esencialmente cero amperios, cuando el controlador (118) está controlando el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, y para determinar que la carga está en el estado desactivado si la segunda corriente de compuerta tiene una magnitud mayor que esencialmente cero amperios cuando el controlador (118) está controlando el segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo; y

- 5 en el cual el controlador (118) es operable para determinar que la carga está en el estado desactivado si la primera corriente de compuerta tiene una magnitud mayor que aproximadamente un miliamperio cuando el controlador (118) está controlando el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, y para determinar que la carga está en el estado desactivado si la segunda corriente de compuerta tiene una magnitud mayor que aproximadamente un miliamperio, cuando el controlador (118) está controlando el segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo.
- 10 5. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 2, en el cual el controlador (118) es operable para determinar si la carga está en el estado activado si la primera corriente de compuerta tiene una magnitud de esencialmente cero amperios cuando el controlador (118) está controlando el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, y para determinar que la carga está en el estado activado si la segunda corriente de compuerta tiene una magnitud de esencialmente cero amperios cuando el controlador (118) está controlando el segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo.
- 15 6. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
un circuito (860) de detección de voltaje operativamente acoplado con el primer terminal, para detectar la presencia del voltaje de línea de AC en el primer terminal; en el cual el controlador (118) es operable para determinar que la carga está en el estado desactivado si el voltaje de línea de AC no está presente en el primer terminal, y para determinar que la carga está en el estado activado si una de las corrientes de compuerta primera y segunda tiene una magnitud de esencialmente cero amperios.
- 20 7. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
un terminal neutral (N); y
un circuito (860) de detección de voltaje de línea, operativamente acoplado entre el primer terminal y el terminal neutral para detectar la presencia del voltaje de línea de AC en el primer terminal.
- 25 8. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual los circuitos de detección primero (112) y segundo (116) comprenden circuitos de detección de corriente primero (142) y segundo (152), comprendiendo adicionalmente el dispositivo de control de carga:
un primer circuito disparador (140) acoplado en conexión eléctrica en serie con la primera entrada de control del primer dispositivo (110) controlablemente conductivo y la entrada del primer circuito (112) de detección; y
un segundo circuito disparador (150) acoplado en conexión eléctrica en serie con la segunda entrada de control del segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo y la entrada del segundo circuito (116) de detección;
en el que los circuitos disparadores primero y segundo son sensibles al controlador.
- 30 9. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 8, en el cual los circuitos disparadores primero (140) y segundo (150) comprenden opto-triacs.
- 35 10. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual los circuitos de detección primero (112) y segundo (116) comprenden opto-acopladores.
- 40 11. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual el controlador (118) es operable para determinar que la carga está en el estado activado si la primera corriente de compuerta no está fluyendo cerca del pico del voltaje de línea de AC cuando el controlador está controlando el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, y para determinar que la carga está en el estado activado si la segunda corriente de compuerta no está fluyendo cerca del pico del voltaje de línea de AC cuando el controlador está controlando el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo; y
en el cual el controlador es operable para determinar que la carga está en el estado desactivado si la primera corriente de compuerta está fluyendo cerca del pico del voltaje de línea de AC cuando el controlador está controlando el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, y para determinar que la carga está en el estado desactivado si la segunda corriente de compuerta está fluyendo cerca del pico del voltaje de línea de AC cuando el controlador está controlando el segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo.
- 45 12. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual el controlador (118) es operable para controlar el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo en un momento predeterminado cada semiciclo, y para monitorizar la primera señal de control del primer circuito (112) de detección después de que una cantidad predeterminada de tiempo se ha agotado desde que el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo fuera controlado por el controlador.
- 50 13. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual el controlador (118) es operable para controlar el

primer dispositivo (110) controlablemente conductivo esencialmente al principio de un semiciclo, y para monitorizar la primera señal de control del primer circuito (112) de detección durante el semiciclo cerca de un momento correspondiente a un voltaje pico del voltaje de línea de AC.

5 14. El dispositivo de control de carga de la reivindicación 1, en el cual el controlador (118) es operable para controlar los dispositivos controlablemente conductivos primero (110) y segundo (114) de manera complementaria, de modo tal que, cuando el primer dispositivo controlablemente conductivo es conductivo, el segundo dispositivo controlablemente conductivo sea no conductivo y, cuando el segundo dispositivo controlablemente conductivo es conductivo, el primer dispositivo controlablemente conductivo sea no conductivo.

10 15. Un procedimiento para controlar una carga en un circuito que comprende una fuente (106) de alimentación, la carga (108), un dispositivo (102, 802) de control de carga y un conmutador triple (104) de polo único y doble tiro, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

proporcionar terminales (H, DH1, DH2) de carga eléctrica primero, segundo y tercero en el conmutador atenuador;

15 acoplar eléctricamente un primer dispositivo (110) controlablemente conductivo entre el primer terminal de carga y el segundo terminal de carga, teniendo el primer dispositivo controlablemente conductivo un estado conductivo y uno no conductivo, estando el primer dispositivo controlablemente conductivo dispuesto de modo tal que, cuando el primer dispositivo controlablemente conductivo está en el estado conductivo, una corriente de carga es operable para fluir entre el primer terminal de carga y el segundo terminal de carga, teniendo el primer dispositivo controlablemente conductivo una primera entrada de control;

20 conducir una primera corriente de compuerta a través de la primera entrada de control, para causar que el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo ingrese al estado conductivo;

25 acoplar eléctricamente un segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo entre el primer terminal de carga y el tercer terminal de carga, teniendo el segundo dispositivo controlablemente conductivo un estado conductivo y un estado no conductivo, estando el segundo dispositivo controlablemente conductivo dispuesto de modo tal que, cuando el segundo dispositivo controlablemente conductivo está en el estado conductivo, la corriente de carga es operable para fluir entre el primer terminal de carga y el tercer terminal de carga, teniendo el segundo dispositivo controlablemente conductivo una segunda entrada de control;

conducir una segunda corriente de compuerta a través de la segunda entrada de control, para causar que el segundo dispositivo (114) controlablemente conductivo ingrese al estado conductivo;

monitorizar las corrientes de compuerta primera y segunda; y

30 determinar, en respuesta a la etapa de monitorización de las corrientes de compuerta primera y segunda, si el respectivo dispositivo (110, 114) controlablemente conductivo está actualmente conduciendo la corriente a la carga.

16. El procedimiento de la reivindicación 15, en el cual la etapa de monitorización comprende adicionalmente monitorizar las magnitudes de las corrientes de compuerta primera y segunda.

17. El procedimiento de la reivindicación 16, que comprende adicionalmente las etapas de:

35 determinar si la carga (108) está en el estado activado si la corriente de compuerta tiene actualmente una magnitud de esencialmente cero amperios; y

determinar si la carga (108) está en el estado desactivado si la corriente de compuerta tiene actualmente una magnitud mayor que esencialmente cero amperios.

18. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente las etapas de:

40 detectar la presencia de un voltaje de línea en el primer terminal; y

determinar si la carga (108) está en el estado desactivado en respuesta a la etapa de detectar la presencia del voltaje de línea; y

determinar si la carga (108) está en el estado activado si la corriente de compuerta tiene actualmente una magnitud de esencialmente cero amperios.

45 19. El procedimiento de la reivindicación 15, en el cual la etapa de conducir una primera corriente de compuerta comprende controlar el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo en un momento predeterminado durante un semiciclo, y la etapa de monitorización comprende monitorizar la primera señal de control del primer circuito de detección después de que se ha agotado una cantidad predeterminada de tiempo desde la etapa de controlar el primer

dispositivo (110) controlablemente conductivo.

5 20. El procedimiento de la reivindicación 15, en el cual la etapa de conducir una primera corriente de compuerta comprende controlar el primer dispositivo (110) controlablemente conductivo, esencialmente al comienzo de un semiciclo, y la etapa de monitorización comprende monitorizar la primera señal de control del primer circuito de detección durante el semiciclo cerca de un momento correspondiente a un voltaje pico del voltaje de línea de AC.

21. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente la etapa de:

transmitir un mensaje que incluya información de retroalimentación representativa de los estados de los dispositivos controlablemente conductivos primero (110) y segundo (114), la primera característica eléctrica detectada y la segunda característica eléctrica detectada.

10 22. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente la etapa de:

proporcionar retroalimentación a un usuario del conmutador atenuador mediante un visor.

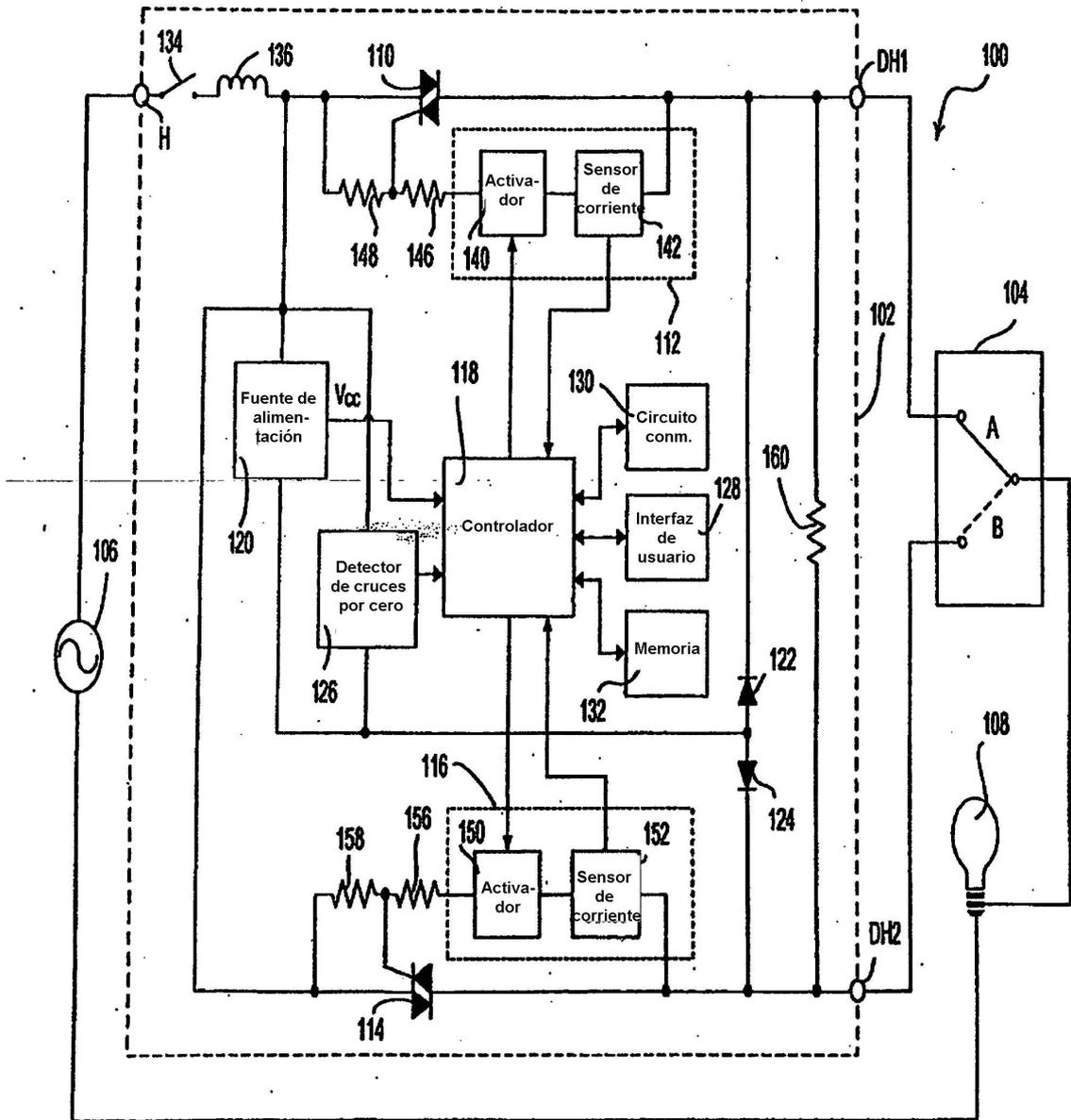


Fig. 1

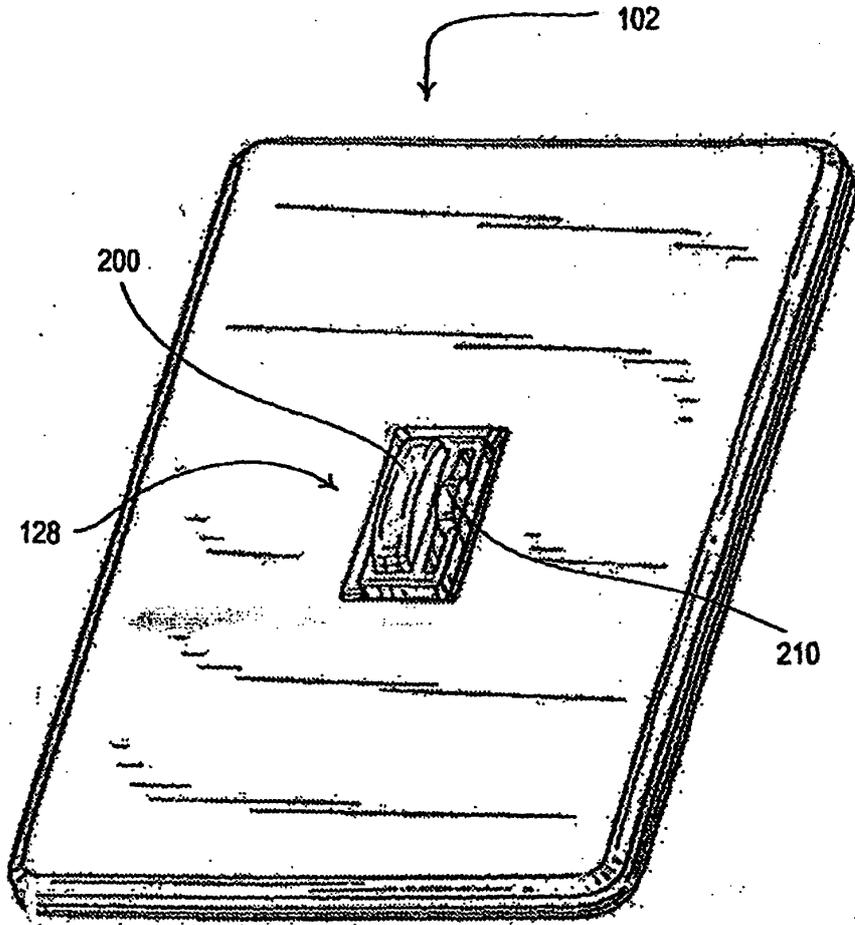
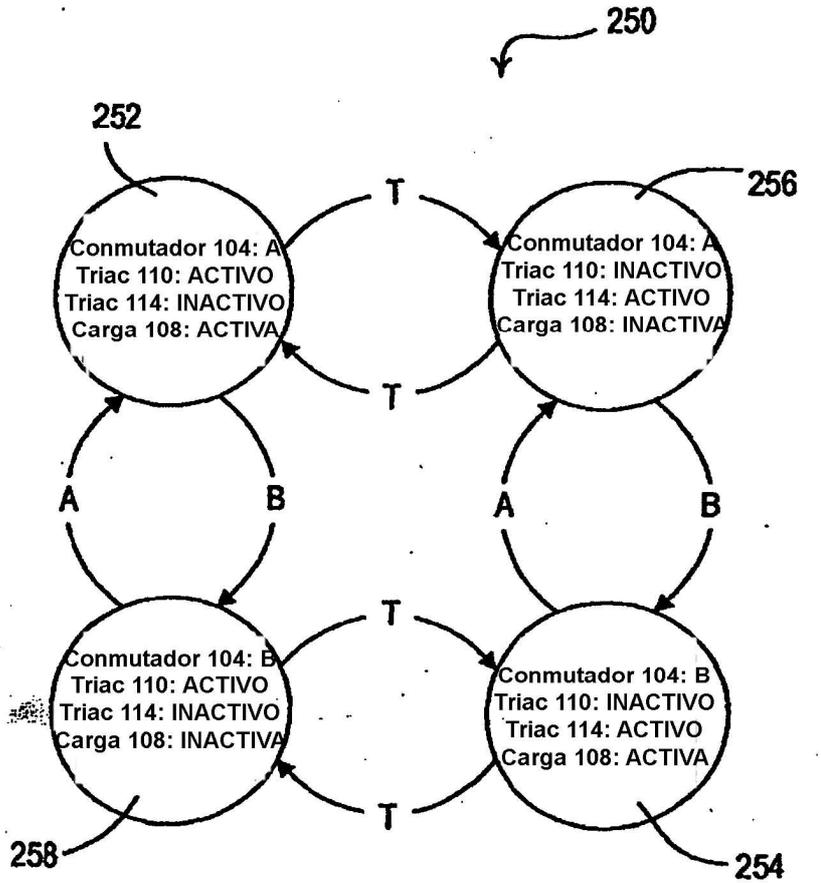


Fig. 2A



A = Alternar conmutador triple 104 a la posición A
 B = Alternar conmutador triple 104 a la posición B
 T = Activación de botón alternador de interfaz 128 de usuario

Fig. 2B

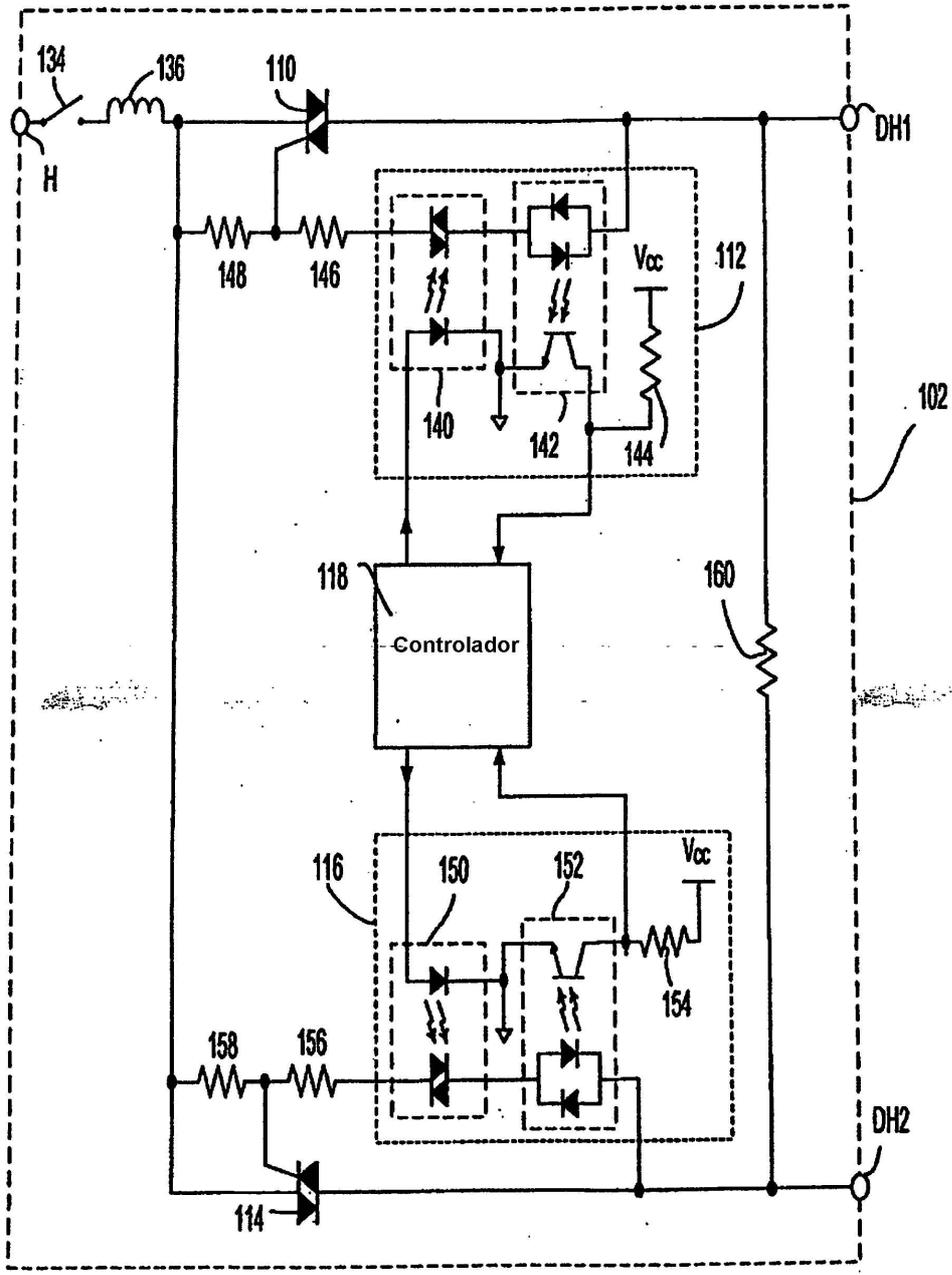


Fig. 3

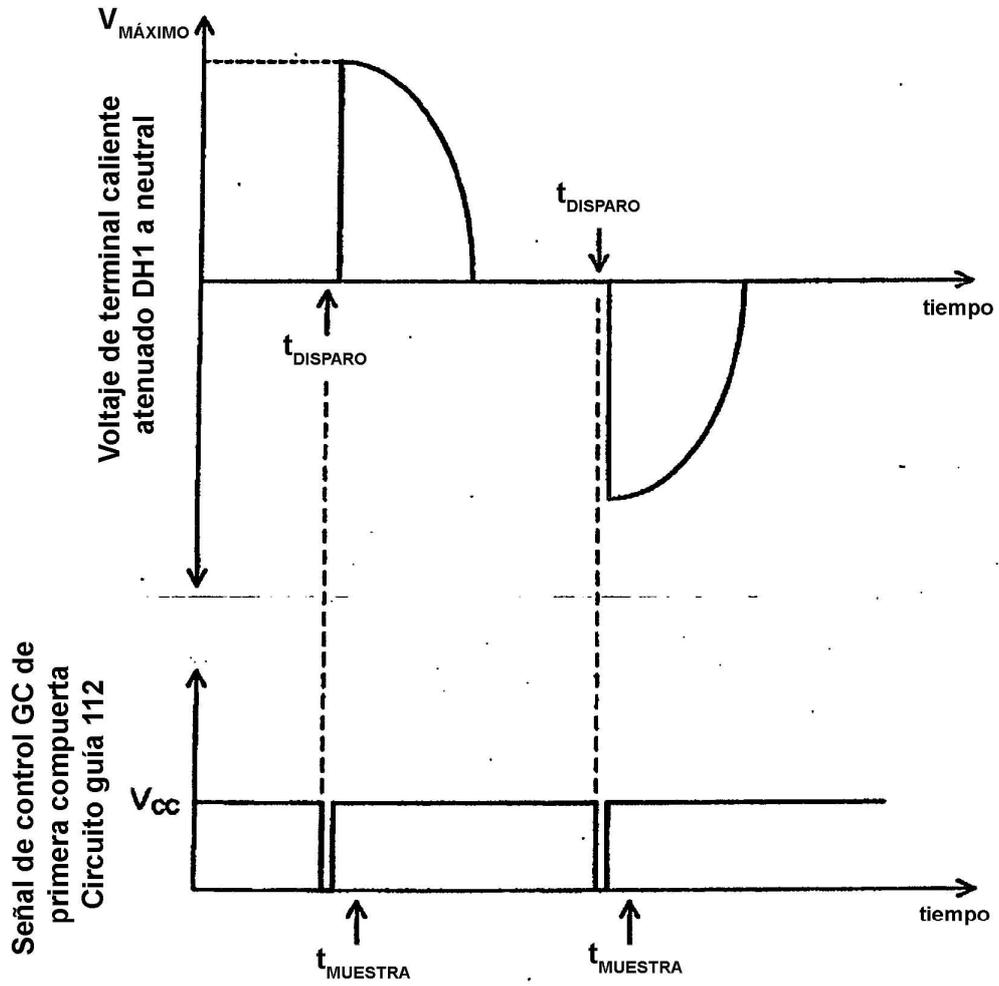


Fig. 4A

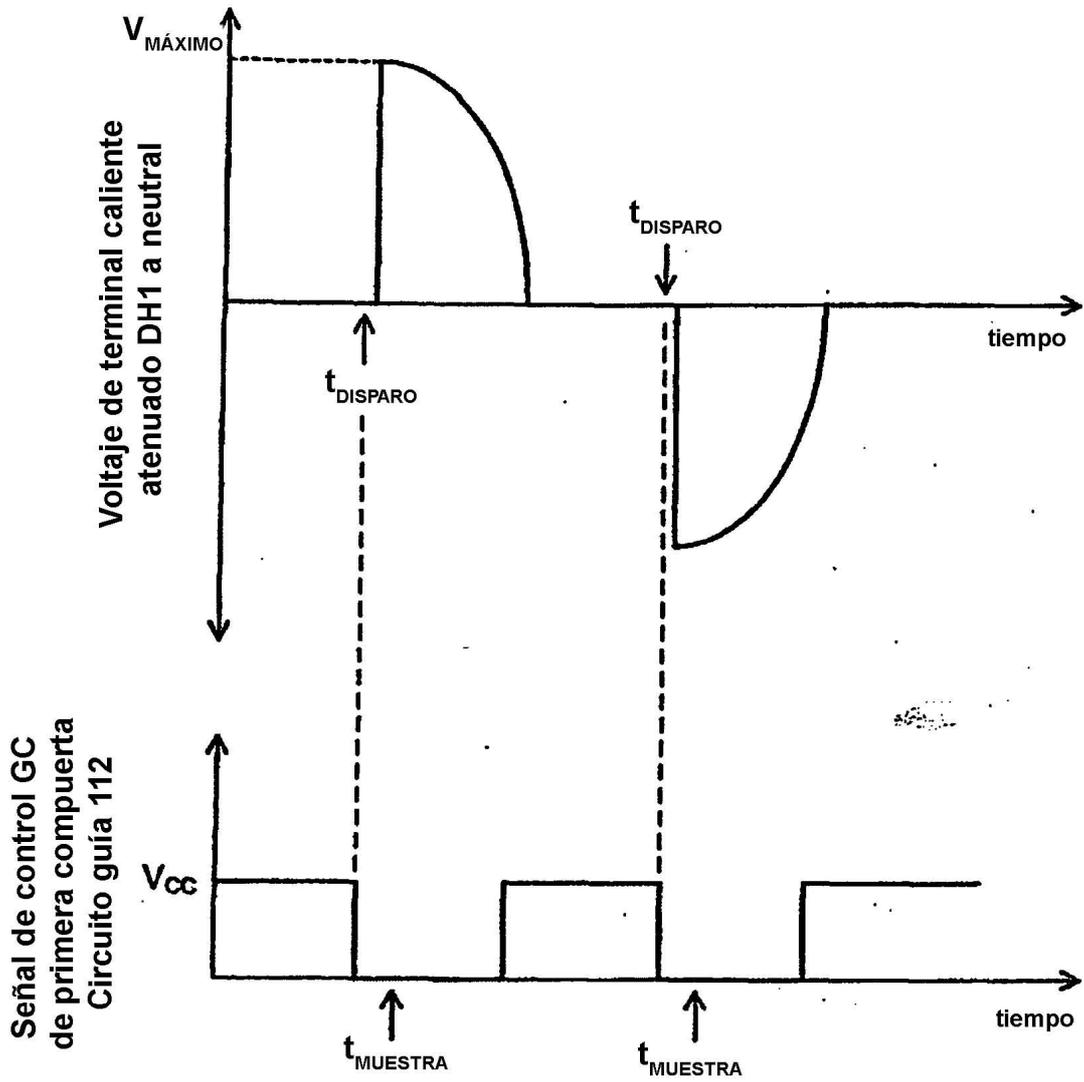


Fig. 4B

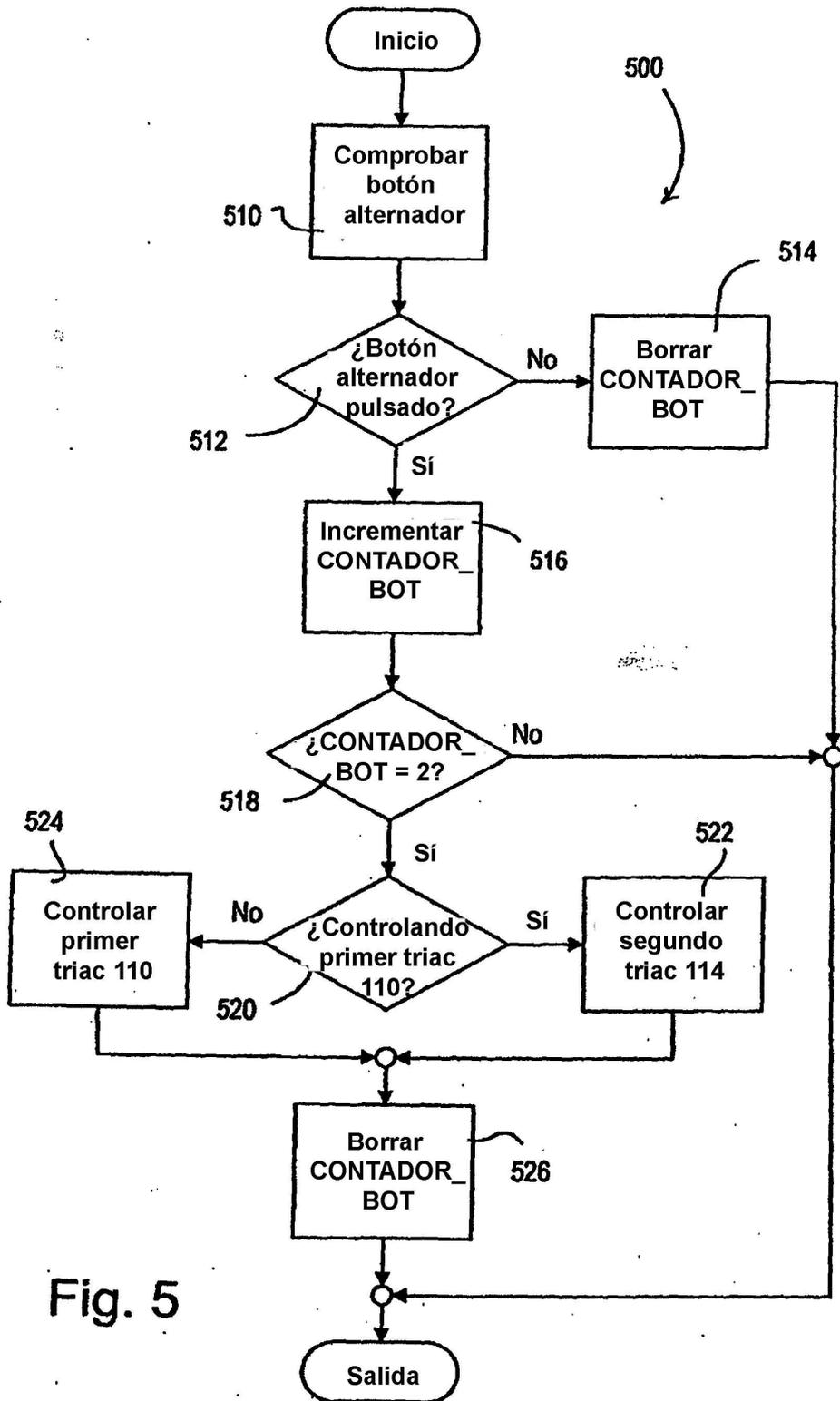


Fig. 5

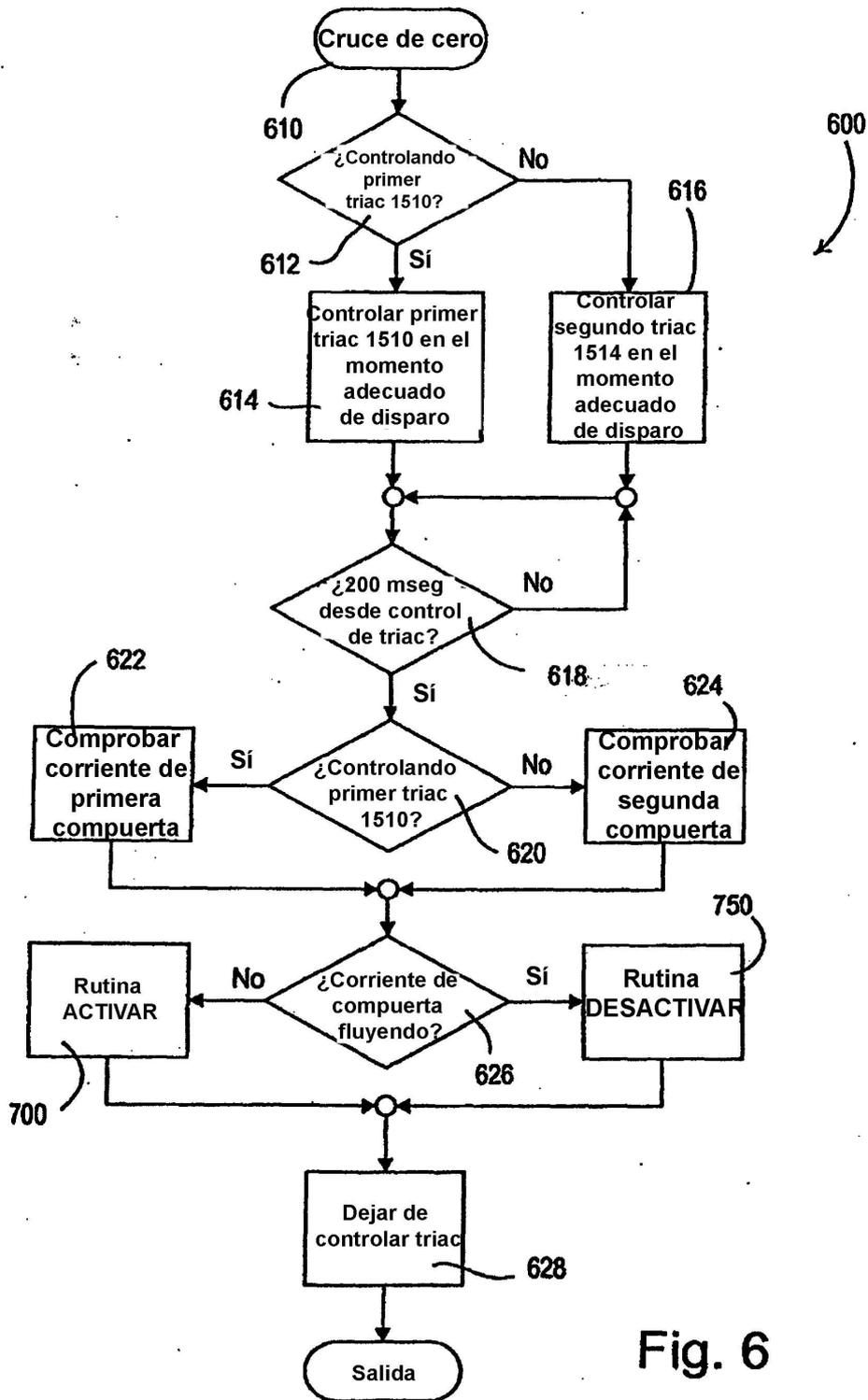


Fig. 6

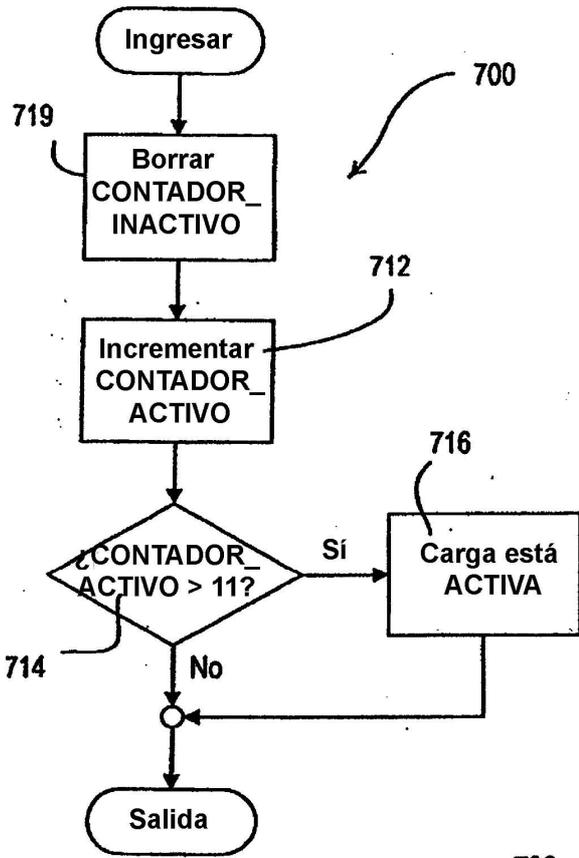


Fig. 7A

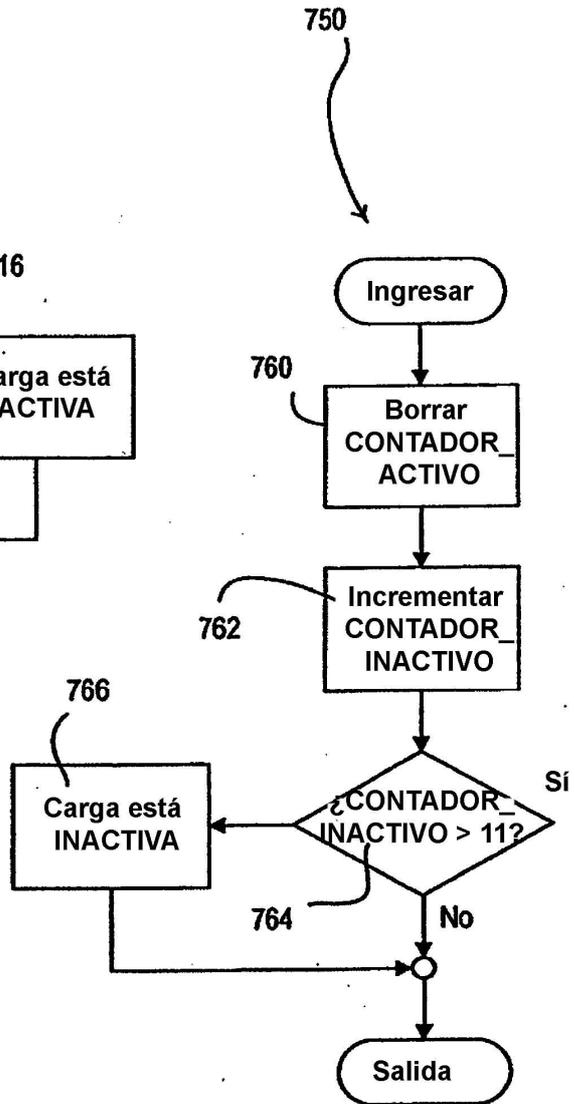


Fig. 7B

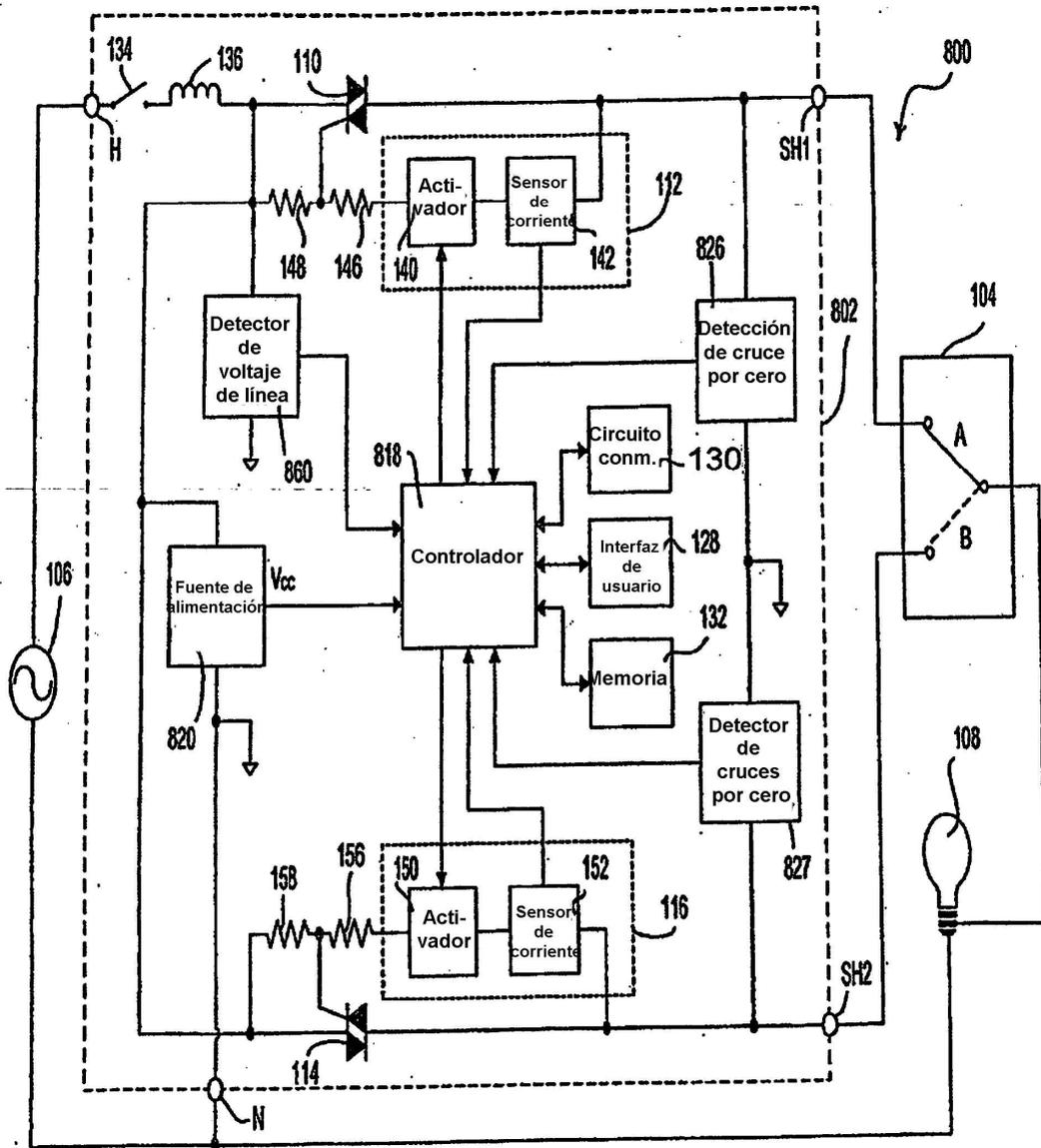


Fig. 8A

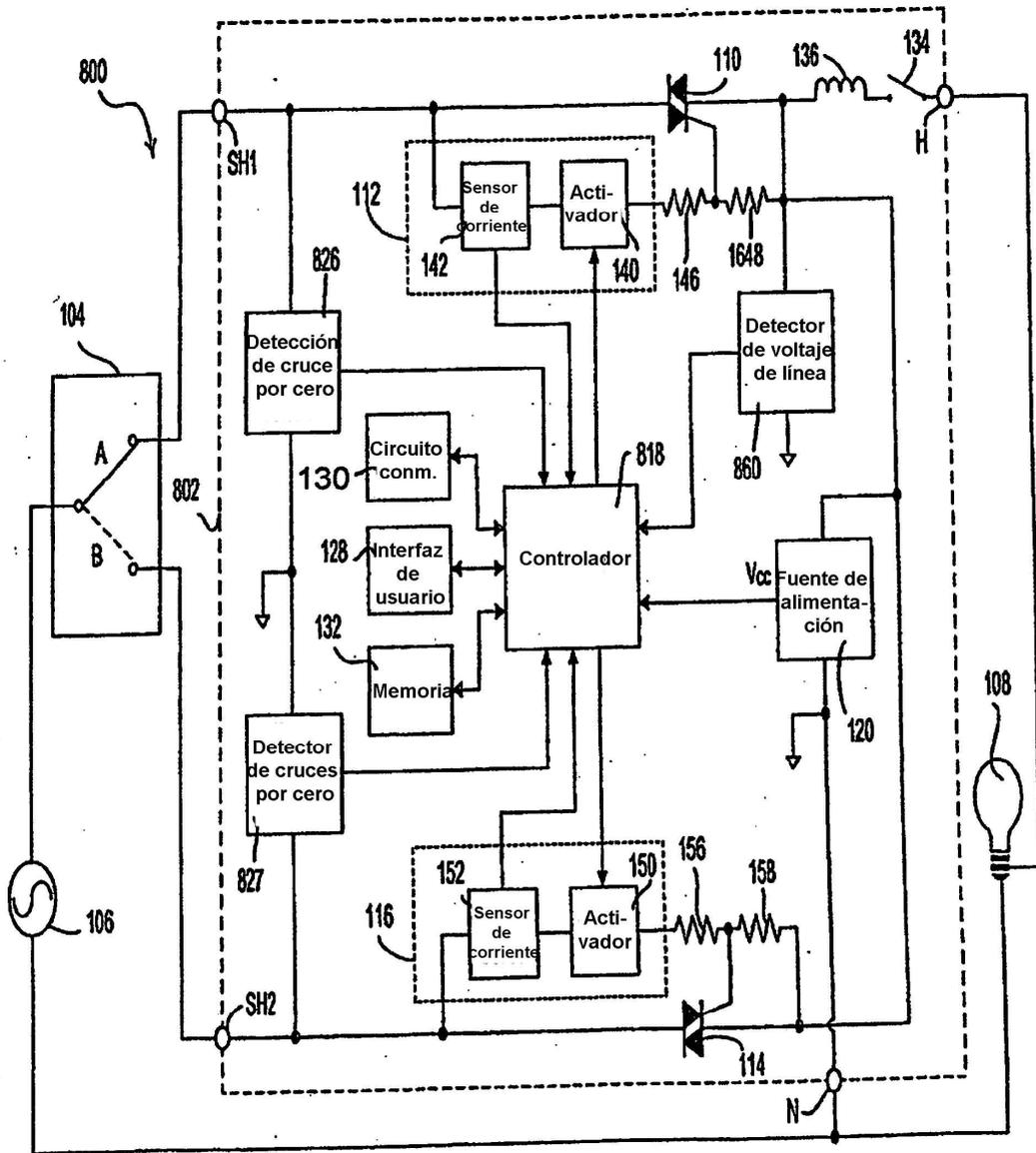


Fig. 8B

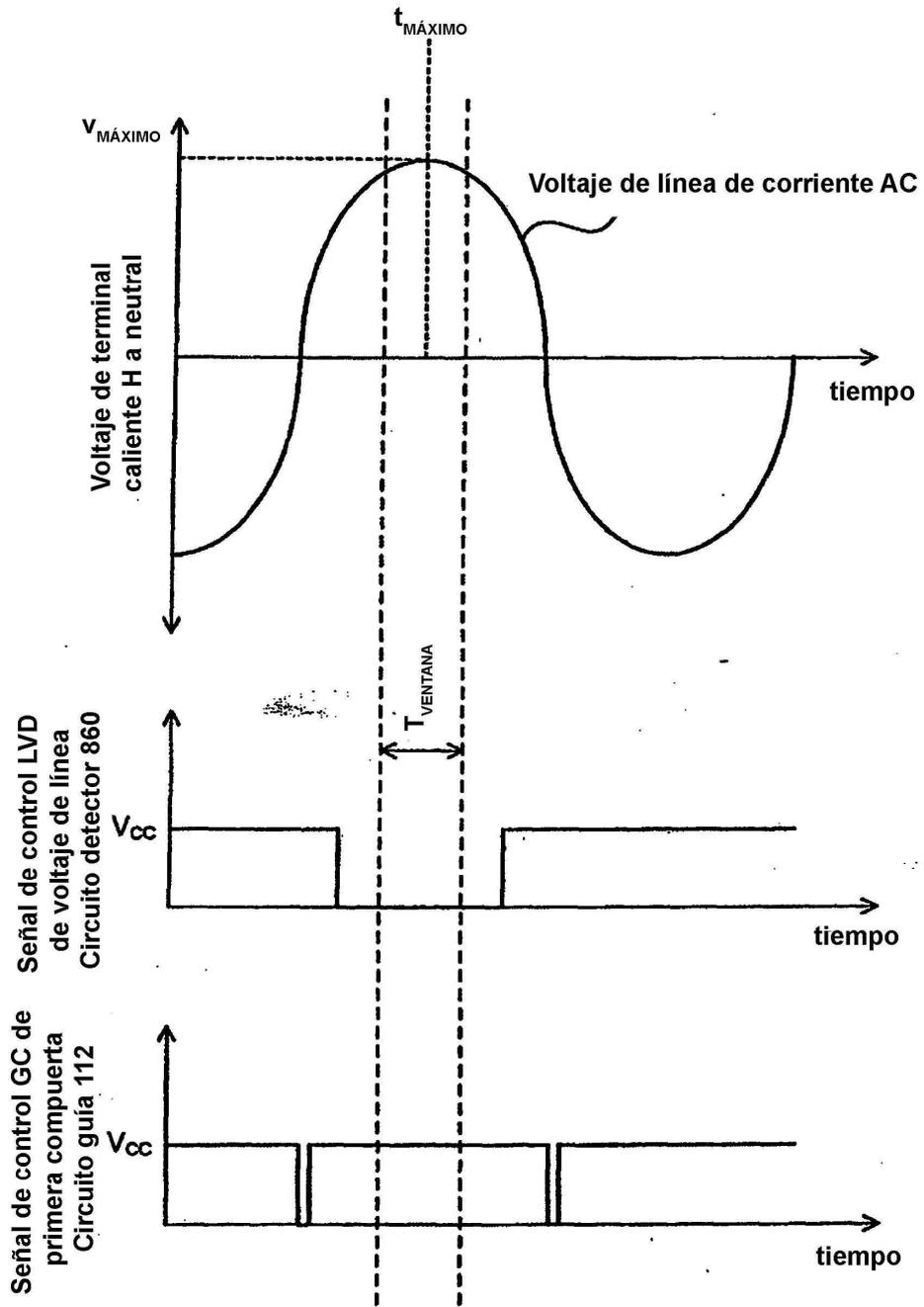


Fig. 9A

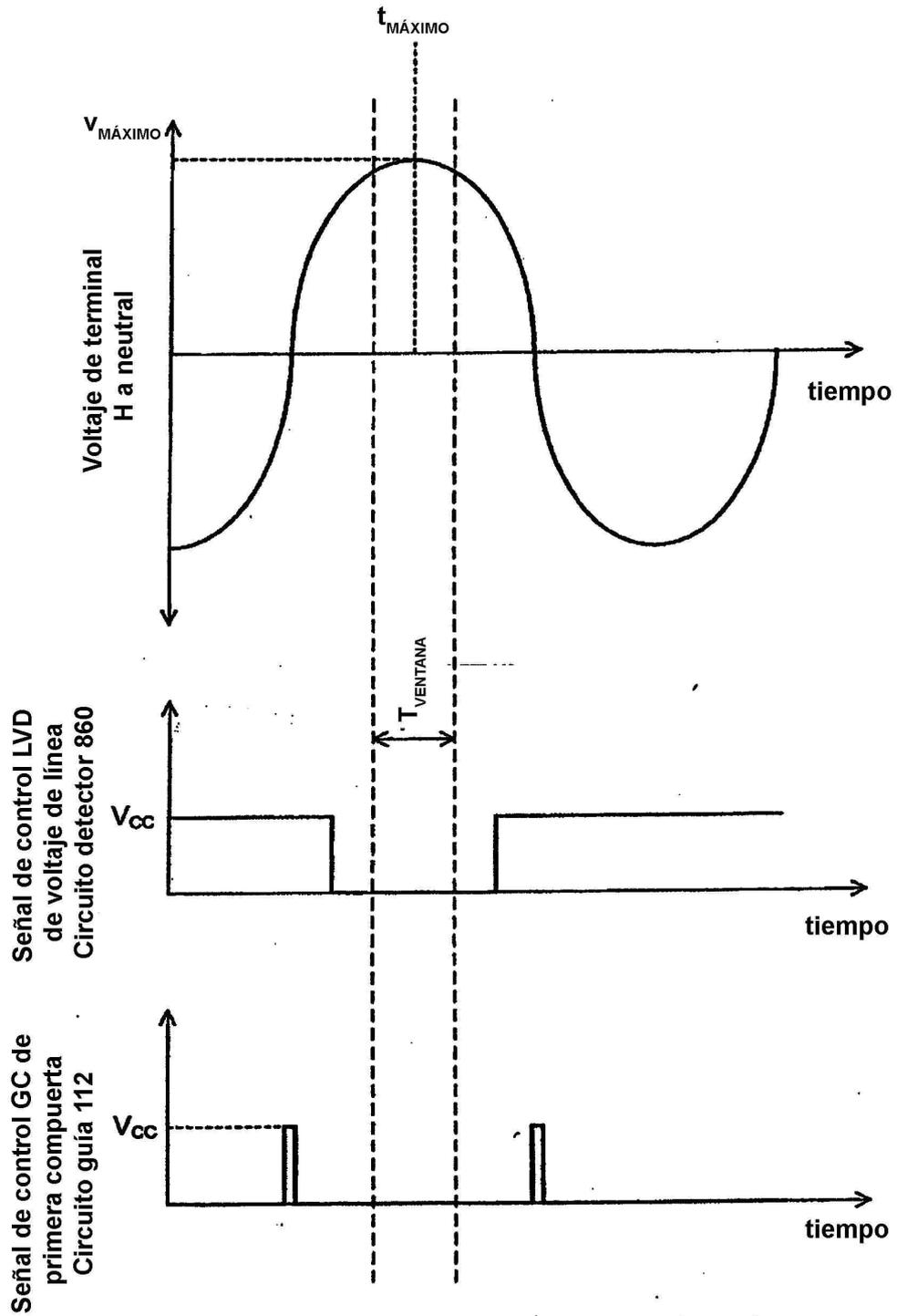


Fig. 9B

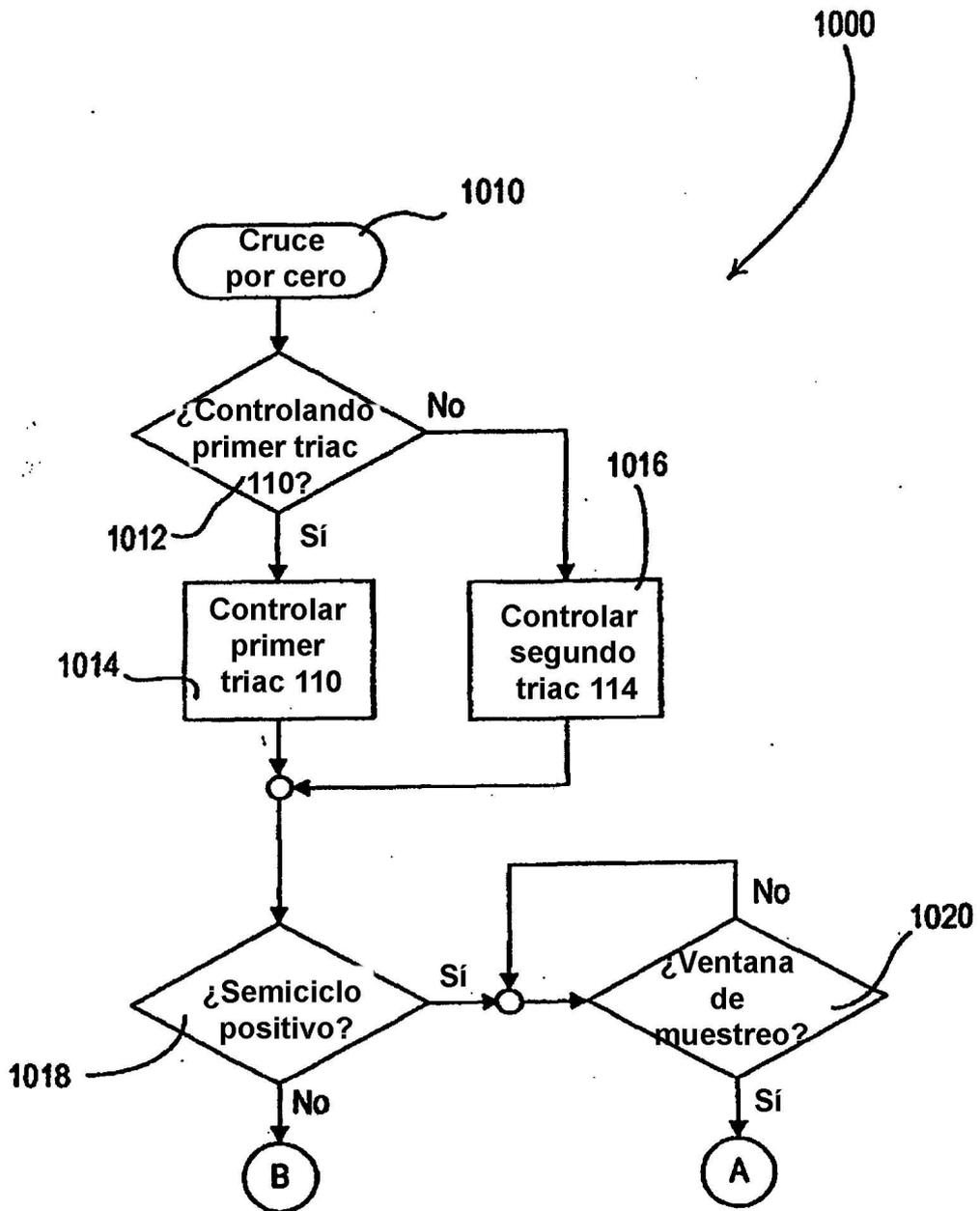


Fig. 10A

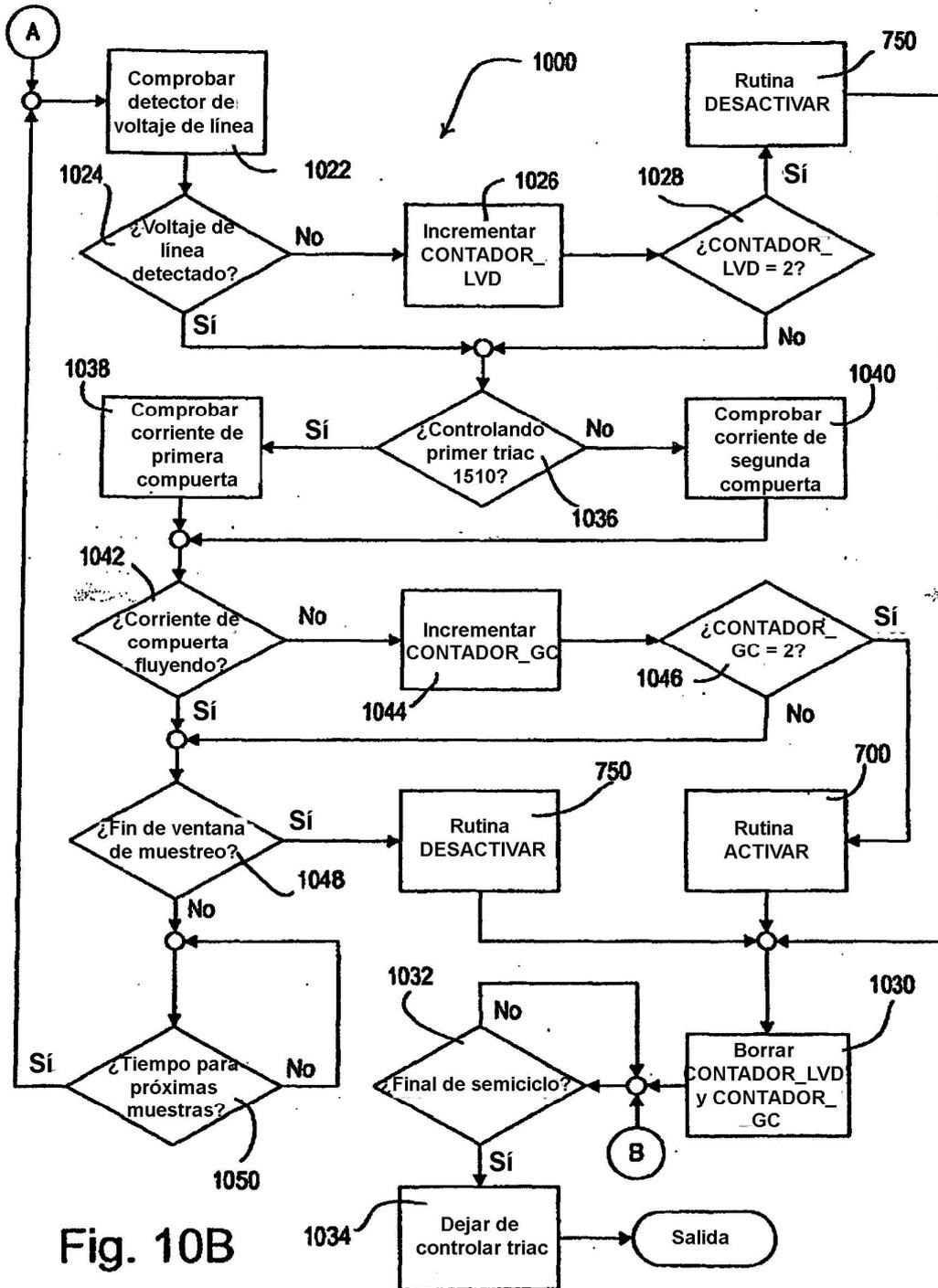


Fig. 10B

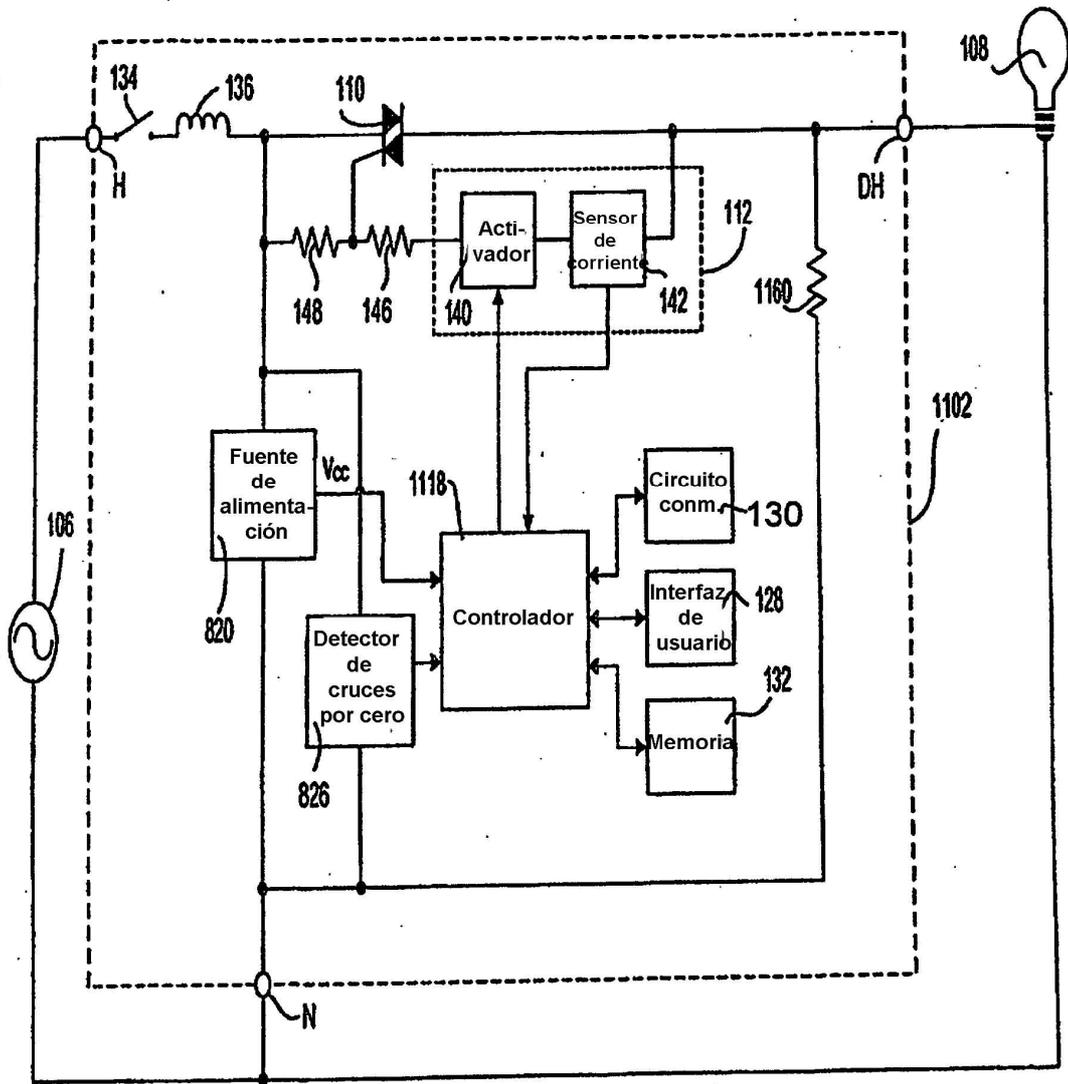


Fig. 11

1100

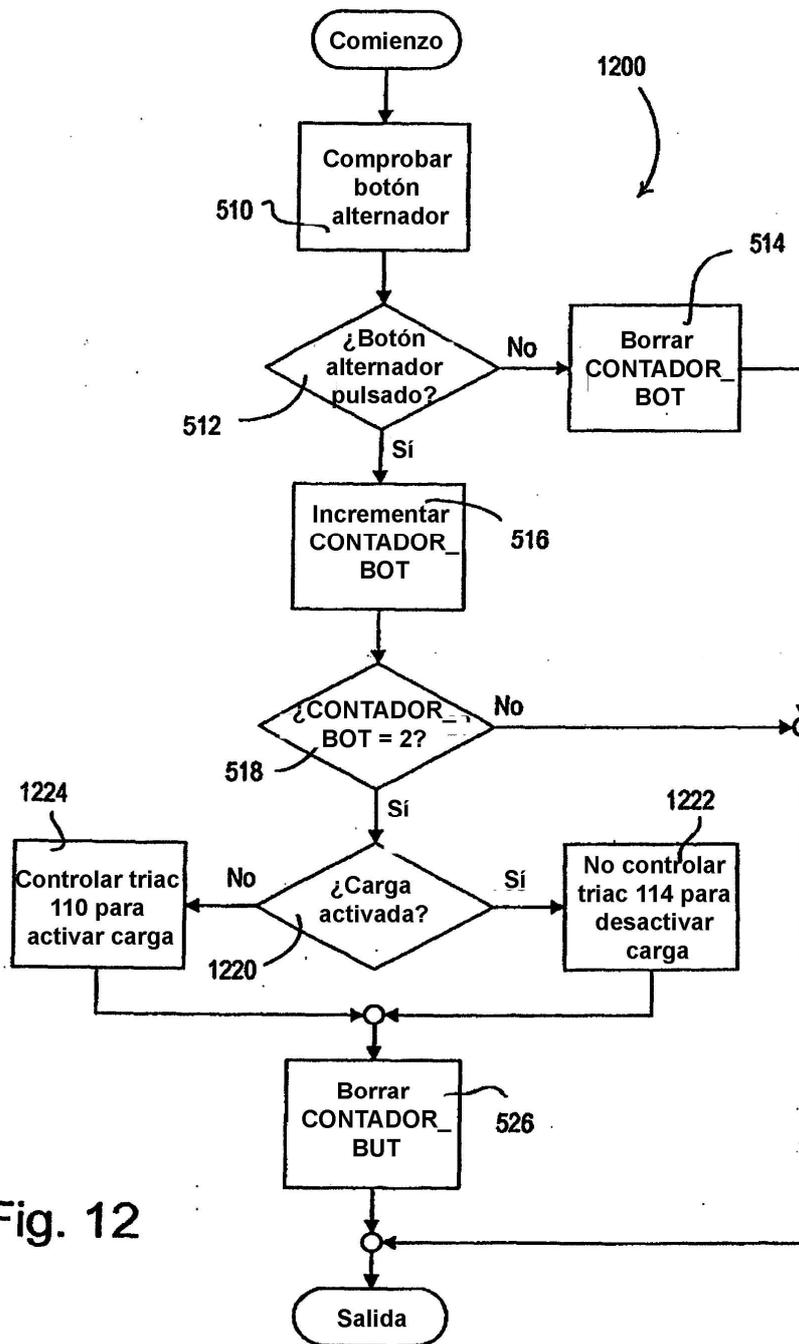


Fig. 12

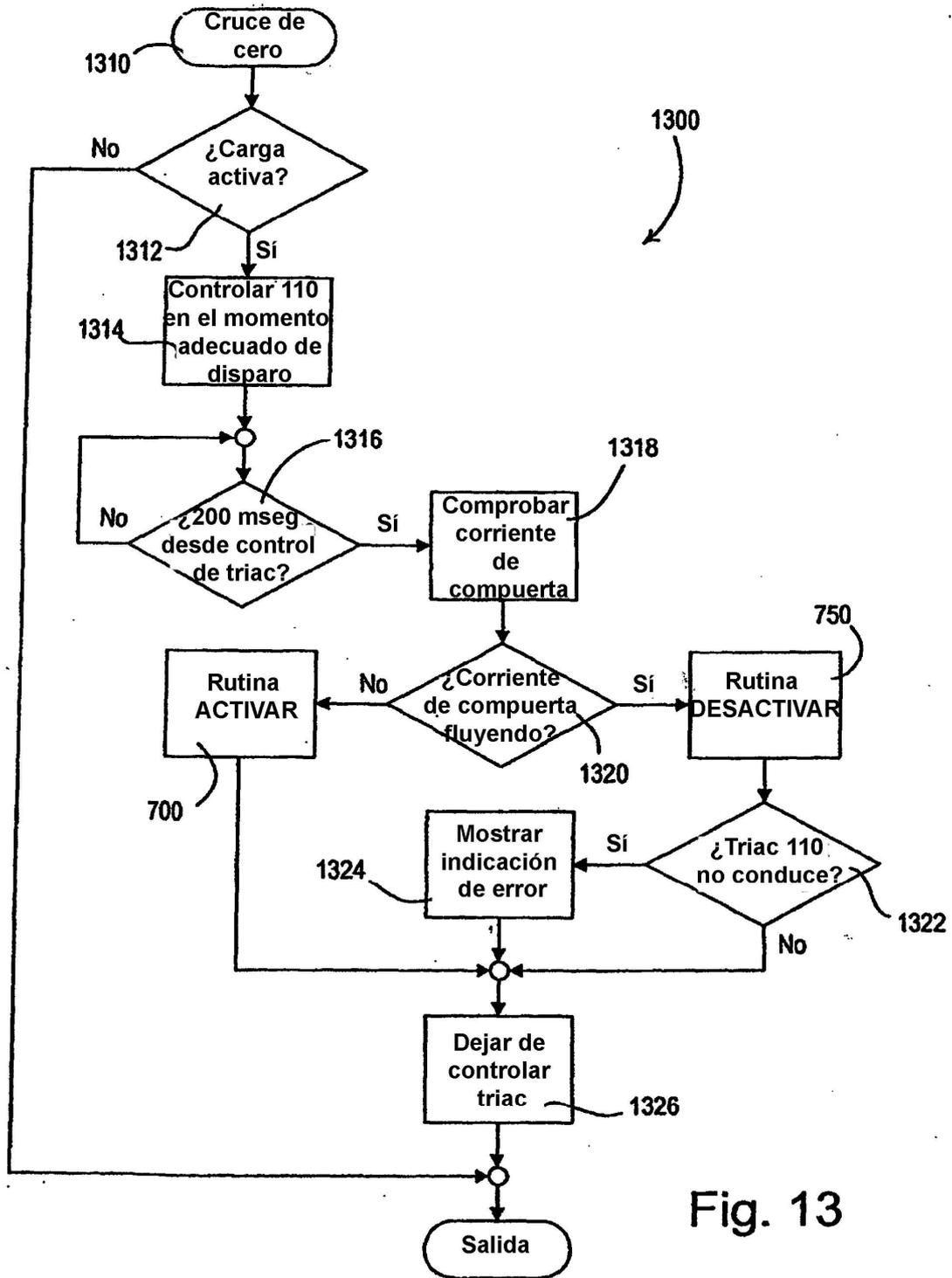


Fig. 13

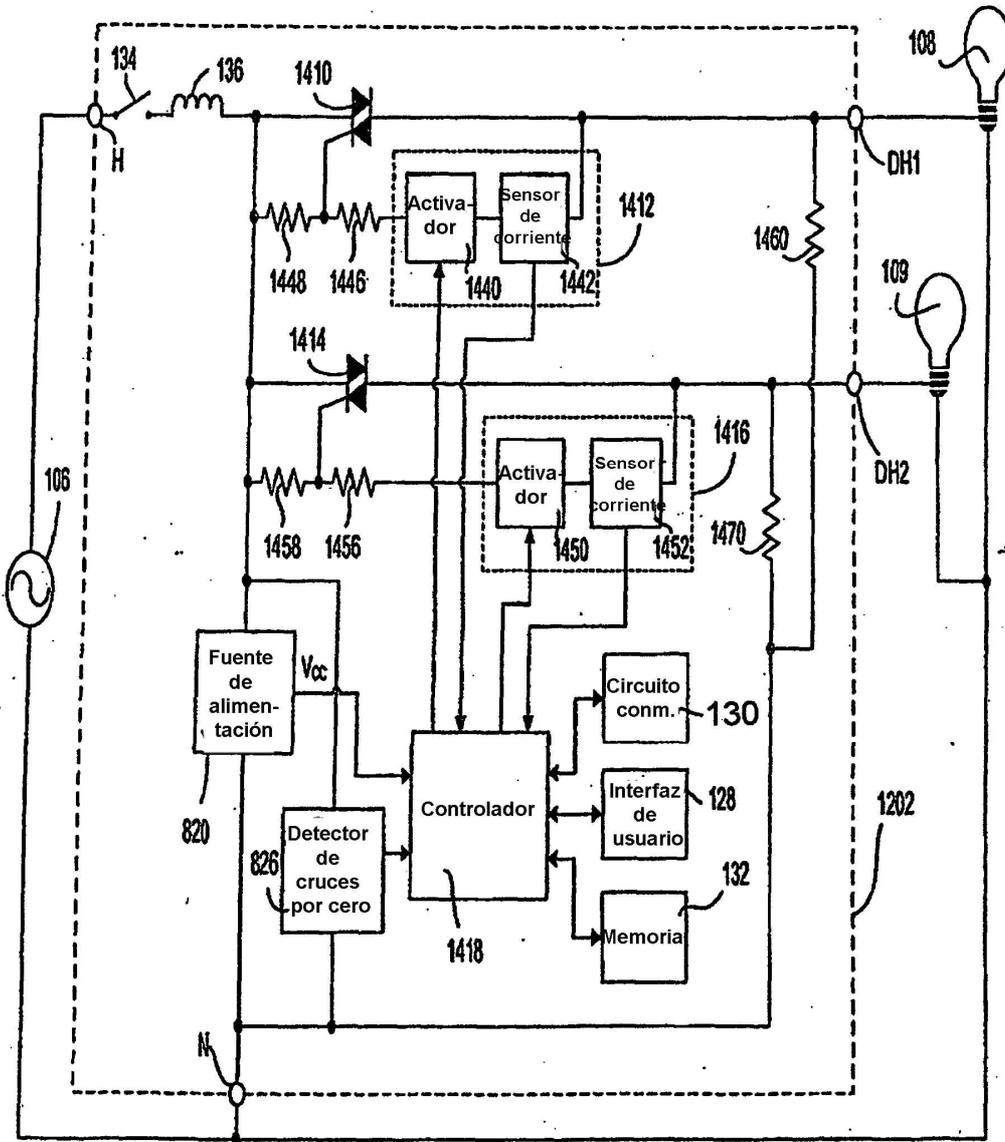


Fig. 14 ↖ 1400

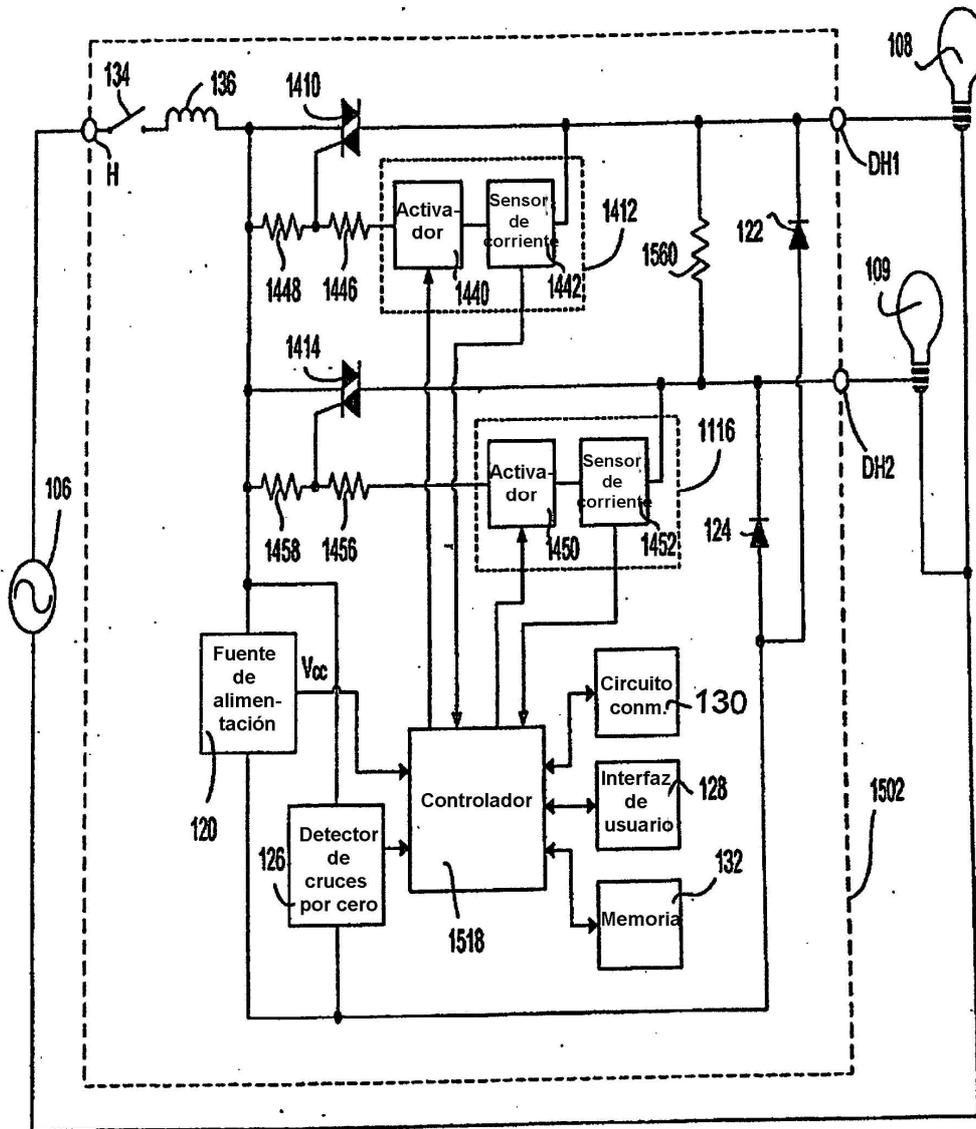


Fig. 15 1500