

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 514**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08827423 .8**
96 Fecha de presentación: **08.08.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2177090**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO DE CONTROL DE CARGA QUE TIENE UN CIRCUITO DE DETECCIÓN DE CORRIENTE DE PUERTA.**

30 Prioridad:
09.08.2007 US 836535
09.08.2007 US 836450

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2012

73 Titular/es:
LUTRON ELECTRONICS CO., INC.
7200 SUTER ROAD
COOPERSBURG, PENNSYLVANIA 18036-1299,
US

72 Inventor/es:
BLAKELEY, Matthew Robert;
MOSEBROOK, Donald;
ROGAN, Christopher M. y
STEFFIE, Jamie J.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 375 514 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 que tiene un circuito de detección de corriente de puerta

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 potencia que se suministra a una carga eléctrica a partir de una fuente de potencia de corriente alterna (CA). En particular, la presente invención se refiere a un circuito de detección de corriente de puerta para determinar si un conmutador de semiconductores bidireccional está conduciendo una corriente de carga a una carga eléctrica.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un dispositivo de control de carga de montaje en pared convencional se monta en una caja de pared eléctrica convencional y se acopla entre una fuente potencia de corriente alterna (CA) (normalmente una red de alimentación de CA con una tensión de línea de 50 o 60 Hz) y una carga eléctrica. Los dispositivos de control de carga convencionales, tal como los reguladores de intensidad luminosa y los controles de velocidad de motor, usan un conmutador de semiconductores bidireccional, tal como un triac, o uno o más transistores de efecto de campo (FET),
 15 para controlar la corriente que se suministra a la carga, y por lo tanto, la intensidad de la carga de iluminación o la velocidad del motor. Los dispositivos de control de carga típicos tienen un terminal de línea (o terminal de fase) acoplado a la fuente de potencia de CA y un terminal de carga (por ejemplo, un terminal de fase de intensidad luminosa regulada o uno de fase conmutada) acoplado a la carga eléctrica, de tal modo que el conmutador de semiconductores se acopla en serie entre la fuente y la carga eléctrica. Usando una técnica de regulación de
 20 intensidad luminosa de control de fase, el regulador de intensidad luminosa vuelve conductor el conmutador de semiconductores durante una parte de cada semiciclo de la línea, para proporcionar potencia a la carga de iluminación, y vuelve no conductor el conmutador de semiconductores durante la otra parte del semiciclo de la línea, para desconectar la potencia con respecto a la carga.

- 25 Algunos dispositivos de control de carga, tal como los reguladores de intensidad luminosa "inteligentes", incluyen un microprocesador u otros medios de procesamiento para proporcionar al usuario final un conjunto avanzado de características de control y de opciones de realimentación. Las características avanzadas de un regulador de intensidad luminosa inteligente pueden incluir, por ejemplo, un ajuste preestablecido de iluminación protegido o bloqueado, atenuación, y doble toque hasta la intensidad total. Para alimentar el microprocesador, los reguladores de intensidad luminosa inteligentes incluyen fuentes de potencia, que extraen una pequeña cantidad de corriente a
 30 través de la carga de iluminación cada semiciclo cuando el conmutador de semiconductores no está conduciendo. La fuente de potencia normalmente usa esta pequeña cantidad de corriente para cargar un condensador de almacenamiento y desarrollar una tensión de corriente continua (CC) para alimentar el microprocesador. Un ejemplo de un regulador de intensidad luminosa inteligente se da a conocer en la patente de los Estados Unidos n.º 5.248.919 transferida legalmente, expedida el 28 de septiembre de 1993, titulada *LIGHTING CONTROL DEVICE*.

- 35 A menudo, es deseable que el microprocesador del dispositivo de control de carga determine un estado de la carga eléctrica (por ejemplo, la carga está encendida o apagada). Los dispositivos de control de carga típicos de la técnica anterior detectan una característica eléctrica (es decir, a tensión) en el terminal de carga para determinar de ese modo el estado de la carga. No obstante, la tensión que se desarrolla en el terminal de carga depende de las características de la carga eléctrica. Por lo tanto, la tensión que se desarrolla en el terminal de carga puede ser
 40 diferente para tipos diferentes de carga. Por ejemplo, unas bombillas incandescentes que tienen vatajes diferentes también tienen unas impedancias diferentes. Adicionalmente, algunos tipos de carga de iluminación, tal como de iluminación de baja tensión electrónica (ELM) y balastos electrónicos, se caracterizan por unas capacidades grandes, que inciden sobre la tensión que se desarrolla en el terminal de carga del dispositivo de control de carga.

- 45 Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo de control de carga con un circuito de detección que pueda accionarse para detectar una característica eléctrica en un terminal de carga, pero que dependa menos de la tensión en el terminal de carga y del tipo de carga eléctrica que el dispositivo de control de carga está controlando.

El documento WO-A-2006/133168 da a conocer un circuito de control de puerta con un conmutador de semiconductores y un circuito de activación.

Sumario de la invención

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

- Además, la presente invención proporciona un circuito de control de carga para controlar la cantidad de potencia que se suministra a una carga eléctrica desde una fuente de potencia de CA. El circuito de control de carga comprende un dispositivo conductor de forma controlable y un controlador. El dispositivo conductor de forma controlable está
 55 adaptado para acoplarse en una conexión eléctrica en serie entre la fuente de potencia y la carga eléctrica. El

dispositivo conductor de forma controlable tiene un estado conductor y un estado no conductor. El dispositivo conductor de forma controlable tiene una entrada de control y puede accionarse para entrar en el estado conductor en respuesta a una corriente de puerta que se conduce a través de la entrada de control. El controlador puede accionarse para hacer que funcione el dispositivo conductor de forma controlable para cambiar el dispositivo conductor de forma controlable desde el estado no conductor hasta el estado conductor cada semiciclo de la tensión de línea de CA de la fuente de potencia de CA. El controlador puede accionarse para determinar, en respuesta a la magnitud de la corriente de puerta a través de la entrada de control del dispositivo conductor de forma controlable, si el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente a la carga en el momento actual.

El circuito de control de carga comprende además un circuito de detección tal como se define en la reivindicación 1.

- 10 La presente invención proporciona adicionalmente un procedimiento de control de la cantidad de potencia que se suministra a una carga eléctrica a desde una fuente de potencia. El procedimiento comprende las etapas de: (1) acoplar un dispositivo conductor de forma controlable en una conexión eléctrica en serie entre la fuente de potencia y la carga eléctrica, teniendo el dispositivo conductor de forma controlable un estado conductor y un estado no conductor; (2) conducir una corriente de puerta a través de la entrada de control para dar lugar a que el dispositivo conductor de forma controlable entre en el estado conductor; (3) supervisar la corriente de puerta; y (4) determinar, en respuesta a la etapa de supervisar la corriente de puerta, si el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente a la carga en el momento actual.

Otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control de iluminación de tres vías que incluye un regulador de intensidad luminosa de tres vías inteligente de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

- 25 La figura 2A es una vista en perspectiva de una interfaz de usuario del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1;

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

La figura 3 es un diagrama esquemático simplificado que muestra los circuitos de detección de corriente del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1 en mayor detalle;

- 30 Las figuras 4A y 4B son unos diagramas simplificados que muestran unas formas de onda del funcionamiento del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1;

La figura 5 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de botón ejecutado por un controlador del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1;

- 35 La figura 6 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de paso por cero ejecutado por el controlador del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1;

La figura 7A es un diagrama de flujo simplificado de una rutina de ENCENDIDO ejecutada por el controlador del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1;

La figura 7B es un diagrama de flujo simplificado de una rutina de APAGADO ejecutada por el controlador del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 1;

- 40 La figura 8A es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de tres vías que incluye un conmutador inteligente de acuerdo con una segunda realización de la presente invención con el conmutador inteligente acoplado al lado de la línea del sistema;

La figura 8B es un diagrama de bloques simplificado del sistema de tres vías de la figura 8A con el conmutador inteligente acoplado al lado de la carga del sistema;

- 45 Las figuras 9A y 9B son unos diagramas simplificados que muestran unas formas de onda del funcionamiento del conmutador inteligente de la figura 8A;

Las figuras 10A y 10B son unos diagramas de flujo simplificados de un procedimiento de paso por cero ejecutado por un controlador del conmutador inteligente de la figura 8A;

- 50 La figura 11 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control de iluminación que incluye un regulador de intensidad luminosa inteligente de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

La figura 12 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de botón ejecutado por un controlador del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 11;

La figura 13 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de paso por cero ejecutado por el controlador del regulador de intensidad luminosa inteligente de la figura 11;

- 5 La figura 14 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control de iluminación que incluye un dispositivo de control de múltiples cargas de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención; y

La figura 15 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control de iluminación que incluye un dispositivo de control de carga dual de acuerdo con una quinta realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 10 El resumen precedente, así como la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferentes, se entenderá mejor cuando se lea junto con los dibujos adjuntos. Para los fines de ilustración de la invención, en los dibujos se muestra una realización que se prefiere en el momento actual, en la que números similares representan unas partes similares en la totalidad de las diversas vistas de los dibujos, entendiéndose, no obstante, que la invención no se limita a las herramientas y los procedimientos específicos que se dan a conocer.

- 15 La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema 100 de control de iluminación de tres vías que incluye un regulador 102 de intensidad luminosa de tres vías inteligente de acuerdo con una primera realización de la presente invención. El regulador 102 de intensidad luminosa y un conmutador 104 de tres vías convencional se conectan en serie entre una fuente 106 de potencia de CA y una carga 108 de iluminación. El conmutador 104 de tres vías obtiene su nombre del hecho de que tiene tres terminales y se conoce más comúnmente como un
20 conmutador de contacto bidireccional unipolar (SPDT), pero se hará referencia al mismo en el presente documento como un “conmutador de tres vías”. Obsérvese que, en algunos países, un conmutador de tres vías tal como se describe anteriormente se conoce como un “conmutador de dos vías”.

- El regulador 102 de intensidad luminosa incluye un terminal H de fase que se acopla a la fuente 106 de potencia de CA para recibir una tensión de línea de CA y dos terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada que
25 se conectan a los dos contactos fijos del conmutador 104 de tres vías. El contacto móvil del conmutador 104 de tres vías se acopla a la carga 108 de iluminación. Alternativamente, el regulador 102 de intensidad luminosa puede conectarse con el lado de la carga del sistema 100 con el conmutador 104 de tres vías en el lado de la línea. El regulador 102 de intensidad luminosa puede instalarse para sustituir un conmutador de tres vías existente sin la necesidad de sustituir el otro conmutador 104 de tres vías existente, y sin la necesidad de un cambio de cableado
30 para el conmutador de tres vías que se está sustituyendo. Los terminales H, DH1, DH2 del regulador 102 de intensidad luminosa pueden ser terminales roscados, hilos aislados o “cables sueltos flexibles”, terminales de inserción sin rosca u otros medios adecuados de conexión del regulador de intensidad luminosa a la fuente 106 de potencia de CA y la carga 108 de iluminación.

- El regulador 102 de intensidad luminosa de dos hilos inteligente comprende dos dispositivos conductores de forma controlable, por ejemplo, dos conmutadores 110, 114 de semiconductores bidireccionales. Los conmutadores 110,
35 114 de semiconductores pueden comprender tiristores, tal como triacs o rectificadores controlados de silicio (SCR). Adicionalmente, cada conmutador 110, 114 de semiconductores puede comprender otro tipo de circuito de conmutación de semiconductores, tal como, por ejemplo, un FET en un puente rectificador de onda completa, dos FET en una conexión antiserie, o uno o más transistores de unión bipolar de puerta aislada (IGBT). Tal como se muestra en la figura 1, cada conmutador 110, 114 de semiconductores se lleva a cabo como un triac. El primer triac
40 110 tiene dos terminales de carga principales que se conectan en serie entre el terminal H de fase y el primer terminal DH1 de fase de intensidad luminosa regulada. El primer triac 110 tiene una puerta (o entrada de control) que se acopla a un primer circuito 112 de control de puerta. El segundo triac 114 tiene dos terminales de carga principales que se conectan en serie entre el terminal H de fase y el segundo terminal DH2 de fase de intensidad luminosa regulada y tiene una puerta que se acopla a un segundo circuito 116 de control de puerta. Los circuitos
45 112, 116 de control de puerta primero y segundo se acoplan en serie entre la puerta y uno de los terminales de carga principales de los respectivos triacs 110, 114. Los triacs 110, 114 primero y segundo se vuelven conductores en respuesta a la conducción de corrientes de puerta a través de las puertas respectivas de los triacs.

- El regulador 102 de intensidad luminosa incluye adicionalmente un controlador 118 que se acopla a los circuitos 112,
50 116 de control de puerta para controlar los tiempos de conducción de los triacs 110, 114 cada semiciclo. El controlador 118 se lleva a cabo preferentemente como un microcontrolador, pero puede ser cualquier adecuado dispositivo de procesamiento, tal como un dispositivo lógico programable (PLD), un microprocesador, o un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). El controlador 118 hace que funcionen los triacs 110, 114 para volver conductores los triacs durante una parte de cada semiciclo de la tensión de línea de CA de la fuente 106 de potencia
55 de CA.

Tal como se define en el presente documento, “hacer que funcione(n)” hace referencia a la aplicación de una señal de control a una puerta de un tiristor (tal como un triac o un SCR) para posibilitar que una corriente de puerta fluya en la puerta del tiristor, de tal modo que el tiristor es conductor. Cuando el tiristor es “conductor”, la corriente de

puerta fluye a través de la puerta del tiristor y el tiristor puede accionarse para conducir una corriente de carga. La corriente de carga se define como una corriente que tiene una magnitud mayor que la corriente de retención del tiristor. Si la corriente a través de los terminales de carga principales del tiristor supera la corriente de retención del tiristor (a la vez que se está haciendo que funcione el tiristor), el tiristor conduce entonces la corriente de carga y se define que el tiristor está en "conducción".

El controlador 118 puede accionarse con el fin de controlar la intensidad de la carga 108 de iluminación usando una técnica de control de fase directo convencional, como conoce bien un experto en la técnica. En la regulación de intensidad luminosa de control de fase directa, el controlador 118 vuelve conductor uno de los triacs 110, 114 en algún punto dentro de cada semiciclo de la tensión de línea de CA. El triac 110, 114 controlado sigue siendo conductor hasta que la corriente de carga a través del triac cae a aproximadamente cero amperios, lo que tiene lugar normalmente cerca del final del semiciclo. La regulación de intensidad luminosa de control de fase directa se usa a menudo para controlar la energía para una carga resistiva o inductiva, lo que puede incluir, por ejemplo, un transformador magnético de baja tensión o una lámpara incandescente.

El regulador 100 de intensidad luminosa comprende además una fuente 120 de potencia, que genera una tensión de CC, V_{CC} , para alimentar el controlador 118. La fuente 120 de potencia se acopla desde el terminal H de fase hasta el primer terminal DH1 de fase de intensidad luminosa regulada a través de un primer diodo 122 y hasta el segundo terminal DH2 de fase de intensidad luminosa regulada a través de un segundo diodo 124. Esto permite que la fuente 120 de potencia extraiga corriente a través del primer terminal DH1 de fase de intensidad luminosa regulada cuando el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A y a través del segundo terminal DH2 de fase de intensidad luminosa regulada cuando el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B. La fuente 120 de potencia es capaz de cargar cuando ninguno de los triacs 110, 114 está conduciendo y hay un potencial de tensión que se desarrolla a través del regulador 120 de intensidad luminosa.

El regulador 102 de intensidad luminosa también incluye un detector 126 de paso por cero que se acopla también entre el terminal H de fase y los terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada a través de los diodos 122, 124, respectivamente. Un paso por cero se define como el tiempo en el que la tensión de suministro de CA realiza una transición de una polaridad positiva a una negativa, o de una polaridad negativa a una positiva, en el comienzo de cada semiciclo. El detector 126 de paso por cero proporciona una señal de control al controlador 118 que identifica los pasos por cero de la tensión de suministro de CA. El controlador 118 determina cuándo poner en estado de conducción los triacs 110, 114 cada semiciclo mediante sincronismo a partir de cada paso por cero de la tensión de suministro de CA.

Una interfaz 128 de usuario se acopla al controlador 118 y permite que un usuario controle la intensidad de la carga 108 de iluminación a un nivel (o estado) de iluminación deseado. La interfaz 128 de usuario proporciona una pluralidad de accionadores para recibir unas entradas a partir de un usuario. Por ejemplo, la interfaz 128 de usuario puede comprender un botón 200 de conmutación, por ejemplo, un conmutador de contacto, y un accionador 210 de intensidad, por ejemplo, un control de deslizamiento, tal como se muestra en la figura 2A. En respuesta a un accionamiento del botón 200 de conmutación, el controlador 118 da lugar a que el regulador 102 de intensidad luminosa conmute el estado de la carga 108 de iluminación (es decir, de encendida a apagada y viceversa) cambiando aquél de los dos triacs 110, 114 que está conduciendo tal como se describirá en mayor detalle a continuación. Alternativamente, la interfaz 128 de usuario puede incluir un botón de encendido y un botón de apagado separados, lo que dará lugar a que la carga 108 de iluminación se encienda y se apague, respectivamente. El movimiento del accionador 210 de intensidad da lugar a que el regulador 102 de intensidad luminosa controle la intensidad de la carga 108 de iluminación.

Adicionalmente, la interfaz 128 de usuario puede comprender una pantalla de visualización para proporcionar una realimentación del estado de la carga 108 de iluminación o el regulador 102 de intensidad luminosa para el usuario. La pantalla de visualización puede comprender, por ejemplo, una pluralidad de diodos de emisión de luz (LED), que puede iluminarse de forma selectiva por el controlador 118. Una pantalla de visualización se describe en mayor detalle en la patente de los Estados Unidos con n.º 5.248.919 a la que se hace referencia anteriormente.

El regulador 100 de intensidad luminosa comprende además un circuito 130 de comunicación para transmitir y recibir mensajes digitales a través de un enlace de comunicación. El controlador 118 puede conmutar el estado de la carga 108 de iluminación o controlar la intensidad de la carga de iluminación en respuesta a un mensaje digital que se recibe a través del circuito 130 de comunicación. Adicionalmente, el controlador 118 puede transmitir un mensaje digital que contiene una información de realimentación (por ejemplo, el estado de la carga 108 de iluminación o el regulador 102 de intensidad luminosa) a través del circuito 130 de comunicación. El enlace de comunicación puede comprender, por ejemplo, un enlace de comunicación serie por cable, un enlace de comunicación de línea de corrientes portadoras (PLC), o un enlace de comunicación inalámbrico, tal como un enlace de comunicación infrarrojo (IR) o uno de radiofrecuencia (RF). Un ejemplo de un sistema de control de iluminación de RF se describe en la patente de los Estados Unidos n.º 5.905.442 transferida legalmente, expedida el 18 de mayo de 1999, titulada *METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING AND DETERMINING THE STATUS OF ELECTRICAL DEVICES FROM REMOTE LOCATIONS*.

El controlador 118 hace que funcionen los triacs 110, 114 de una forma complementaria, de tal modo que sólo uno

de los dos triacs puede accionarse para conducir la corriente de carga a la carga 108 de iluminación en un único instante. De esta forma, el regulador 102 de intensidad luminosa funciona de forma similar a un conmutador de SPDT convencional permitiendo que la corriente de carga fluya a través de o bien el primer terminal DH1 de fase de intensidad luminosa regulada o bien el segundo terminal DH2 de fase de intensidad luminosa regulada en respuesta a un accionamiento del botón 200 de conmutación.

Cuando el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A y el estado deseado de la carga 108 de iluminación es de encendido, el controlador 118 pone el primer triac 110 en estado de conducción durante una parte de cada semiciclo, a la vez que mantiene el segundo triac 114 en el estado de no conducción. Si el conmutador 104 de tres vías se conmuta entonces desde la posición A hasta la posición B, la corriente no fluye a la carga 108 de iluminación debido a que el segundo triac 114 no está conduciendo. Por lo tanto, la carga 108 de iluminación no se ilumina. Alternativamente, si el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A, la carga 108 de iluminación está encendida, y se acciona el botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario, el controlador 118 da lugar a que el primer triac 110 deje de conducir y el segundo triac 114 comience a conducir. La carga 108 de iluminación está apagada debido a que el controlador 118 está haciendo que funcione el segundo triac 114 a la vez que el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A. Si se acciona de nuevo el botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario, el controlador 118 deja de hacer que funcione el segundo triac 114 y da lugar a que el primer triac 110 comience a conducir, dando por lo tanto lugar a que la carga 108 de iluminación ilumine de nuevo.

De forma similar, cuando el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B y el estado deseado de la carga 108 de iluminación es de encendido, el controlador 118 pone el segundo triac 114 en estado de conducción durante una parte de cada semiciclo, a la vez que mantiene el primer triac 110 en el estado de no conducción. Si el conmutador 104 de tres vías se conmuta entonces hasta la posición A, la trayectoria de la corriente a la carga 108 de iluminación se interrumpe y la carga de iluminación está apagada. Asimismo, si el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B, la carga 108 de iluminación está encendida, y se acciona el botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario, el controlador 118 da lugar a que el segundo triac 114 deje de conducir y el primer triac 110 comience a conducir. La carga 108 de iluminación está apagada debido a que el primer triac 110 está conduciendo y el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B.

La fuente 120 de potencia tiene preferentemente un condensador de almacenamiento lo bastante grande como para alimentar el controlador 118 durante los tiempos en los que el conmutador 104 de tres vías está realizando una transición desde la posición A hasta la posición B y viceversa. Por ejemplo, a medida que se conmuta el conmutador 104 de tres vías, la corriente no fluye temporalmente a través de ninguno de los terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada debido a que el contacto móvil realiza una transición y la fuente 120 de potencia proporciona potencia al controlador 118 únicamente en virtud del condensador de almacenamiento interno. La cantidad de potencia que la fuente 120 de potencia necesita proporcionar cuando el conmutador 104 de tres vías está realizando una transición depende del tiempo de transición que se requiere para que el contacto móvil se desplace desde un contacto fijo hasta el otro.

No obstante, no siempre es posible garantizar que la fuente 120 de potencia será capaz de alimentar el controlador 118 y otro conjunto de circuitos de baja tensión durante el tiempo en el que el conmutador 104 de tres vías está realizando una transición entre las posiciones. Debido a limitaciones de espacio en los dispositivos de control de carga que pueden montarse en la pared, no es posible incluir simplemente un condensador de almacenamiento particularmente grande en la fuente 120 de potencia para proporcionar potencia durante el tiempo de transición. Asimismo, debido a que el tiempo de transición depende de la fuerza que un usuario ejerce sobre el accionador del conmutador 104 de tres vías, el tiempo de transición puede variar ampliamente de una transición a la siguiente. Todos los conmutadores 104 de tres vías incluyen una región de "recorrido muerto", es decir, cuando el contacto móvil del conmutador de tres vías se encuentra aproximadamente a medio camino entre la posición A y la posición B y no se encuentra en contacto ninguno de los contactos fijos. A veces, es posible que el conmutador 104 de tres vías se sostenga en la región de recorrido muerto, de tal modo que no puede corriente fluir a través de la fuente 120 de potencia durante un periodo de tiempo indeterminado.

Por consiguiente, el regulador 102 de intensidad luminosa incluye una memoria 132 que posibilita que el regulador 102 de intensidad luminosa regrese al estado adecuado, es decir, que controle el triac correcto de los dos triacs 110, 114, si la potencia al regulador 102 de intensidad luminosa se pierde temporalmente cuando el conmutador 104 de tres vías está realizando una transición. La memoria 132 se acopla al controlador 118. Siempre que se acciona el botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario, el controlador 118 almacena en la memoria 132, cual de los triacs 110, 114 está controlándose en el momento actual. De esta forma, si el regulador 102 de intensidad luminosa pierde potencia temporalmente y la tensión de CC V_{CC} cae por debajo de un nivel que permite un funcionamiento adecuado del controlador 118, el controlador leerá a partir de la memoria 132 qué triac 110, 114 controlar durante el "arranque", es decir, cuando la tensión de CC V_{CC} se eleva de nuevo por encima del nivel que garantiza un funcionamiento adecuado del controlador.

La figura 2B muestra un diagrama 250 de estados que resume el funcionamiento del sistema 100 de control de iluminación de la figura 1. Se muestran dos estados 252, 254 en los que la carga 108 de iluminación se encontrará encendida debido a que el conmutador de tres vías 504 se encuentra en la posición correcta para completar el

- circuito a través del triac de conducción. Por ejemplo, en el estado 210, cuando el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A, el primer triac 110 es capaz de conducir corriente para controlar de este modo la carga 108 de iluminación. El diagrama 250 de estados también incluye dos estados 256, 258 en los que la carga 108 de iluminación se encontrará apagada debido a que el conmutador 104 de tres vías no se encuentra en una posición para conducir corriente a través del triac que está habilitado para la conducción. Puede darse lugar a una transición entre estados mediante una de tres acciones: una conmutación del conmutador 104 de tres vías desde la posición A hasta la posición B (que se designa por 'B' en la figura 1), una conmutación del conmutador 104 de tres vías desde la posición B hasta la posición A (que se designa por 'A'), y un accionamiento del botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario (que se designa por 'T').
- Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, el regulador 102 de intensidad luminosa incluye adicionalmente un conmutador 134 sin contacto galvánico para proporcionar un espacio sin contacto galvánico real entre la fuente 106 de potencia de CA y la carga 108 de iluminación para dar servicio a la carga de iluminación, y una bobina 136 de inductancia para proporcionar un filtrado de interferencia electromagnética (EMI).
- El primer circuito 112 de control de puerta incluye un circuito 140 de activación, que es sensible al controlador 118, y un circuito 142 de detección de corriente, que proporciona una señal de control de corriente de puerta (GC) activa a nivel bajo al controlador. La puerta del primer triac 110 se acopla al circuito 140 de activación a través de una resistencia 146 y al segundo de los terminales de carga principales a través de una resistencia 148. Preferentemente, ambas de las resistencias 146, 148 tienen unas resistencias de 220 Ω . El controlador 118 puede accionarse para hacer que funcione el primer triac 110 controlando el circuito 140 de activación para conducir la corriente de puerta a través de la puerta del primer triac 110 para volver de este modo conductor el primer triac en un instante predeterminado cada semiciclo de la tensión de línea de CA de la fuente 106 de potencia de CA. La señal de control de GC se genera por el circuito 142 de detección de corriente y comprende una tensión de CC representativa de la magnitud de la corriente de puerta. El controlador 118 puede accionarse para determinar si la corriente de puerta está fluyendo a través de la puerta del primer triac 110 en respuesta a la señal de control de GC.
- El segundo circuito 116 de control de puerta tiene una estructura similar a la del primer circuito 112 de control de puerta y comprende un circuito 150 de activación y un circuito 152 de detección de corriente. La puerta del segundo triac 114 se acopla al circuito 150 de activación a través de una resistencia 156 (por ejemplo, de 220 Ω) y al segundo de los terminales de carga principales a través de una resistencia 158 (por ejemplo, de 220 Ω). El controlador 118 puede accionarse para determinar si la corriente de puerta está fluyendo a través de la puerta del segundo triac 114 en respuesta a la señal de control de GC que se prevé por el circuito 152 de detección de corriente. Una resistencia 160 se acopla entre los terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada para permitir que las corrientes de puerta fluyan a través de los circuitos 112, 116 de control de puerta con independencia de la posición del conmutador 104 de tres vías conectado.
- La figura 3 es un diagrama esquemático simplificado que muestra los circuitos 142, 152 de detección de corriente en mayor detalle. El circuito 140 de activación del primer circuito 112 de control de puerta comprende un optotriac, que tiene una entrada (es decir, un fotodiodo) que se acopla entre el controlador 118 y la referencia de potencial común, y una salida (es decir, un fototriac) que se acopla en serie con la puerta del primer triac 110. El circuito 142 de detección de corriente comprende un optoacoplador que tiene una entrada (es decir, dos fotodiodos) que se acopla en serie con la puerta del primer triac 110 y el fototriac del optotriac. El optoacoplador también incluye una salida (es decir, un fototransistor), que se acopla entre el controlador 118 y la referencia de potencial común. Cuando la corriente de puerta no está fluyendo a través de ninguno de los fotodiodos del optoacoplador, el fototransistor es no conductor y la salida que se prevé para el controlador 118 se polariza de forma positiva sustancialmente a la tensión de CC V_{CC} a través de una resistencia 144. No obstante, cuando la corriente de puerta está fluyendo, el fototransistor polariza la salida para el controlador 118 sustancialmente a la referencia de potencial común (es decir, de aproximadamente cero voltios). El segundo circuito 116 de control de puerta tiene una estructura similar a la del primer circuito 112 de control de puerta. Los circuitos 112, 116 de control de puerta primero y segundo se caracterizan de tal modo que los circuitos 142, 152 de detección de corriente envían una señal al controlador 118 de que la corriente de puerta está fluyendo (es decir, polarizan la señal de control de GC a bajo nivel) cuando la corriente de puerta tiene una magnitud de aproximadamente 1 mA o mayor.
- La figura 4A es un diagrama simplificado que muestra unas formas de onda del funcionamiento del regulador 102 de intensidad luminosa inteligente cuando el regulador de intensidad luminosa inteligente se acopla al lado de la línea del sistema 100, el controlador 118 está haciendo que funcione el primer triac 110, y el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A, de tal modo que la carga 108 de iluminación está encendida. La corriente de puerta para el primer triac 110 fluye a través de la fuente 106 de potencia de CA, el primer triac 110, el circuito 140 de activación, el circuito 142 de detección de corriente, el conmutador 104 de tres vías, y la carga 108 de iluminación. El controlador 118 vuelve el triac 110 conductor en un tiempo de activación $t_{ACTIVACIÓN}$ cada semiciclo dependiendo del nivel de iluminación deseado de la carga 108 de iluminación. Después de que se activa el primer triac 110, la corriente de puerta fluye a través de la puerta del primer triac durante un periodo de tiempo hasta que la corriente de carga a través de los terminales principales del primer triac supera un valor nominal de corriente de retención y se hace conductor. La señal de control de GC generada por el circuito 142 de detección de corriente se polariza a bajo nivel a la referencia de potencial común cuando la corriente de puerta está fluyendo tal como se muestra en la figura 4A.

La figura 4B es un diagrama simplificado que muestra unas formas de onda del funcionamiento del regulador 102 de intensidad luminosa inteligente cuando el regulador de intensidad luminosa inteligente se acopla al lado de la línea del sistema 100 y el controlador 118 está haciendo que funcione el primer triac 110, pero el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B, de tal modo que la carga 108 de iluminación está apagada. Debido a que el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B, la corriente de puerta para el primer triac 110 fluye a través de la fuente 106 de potencia de CA, el primer triac 110, el circuito 140 de activación, el circuito 142 de detección de corriente, la resistencia 160, el conmutador 104 de tres vías, y la carga 108 de iluminación. La resistencia 160 tiene preferentemente una resistencia de 110 k Ω , de tal modo que se evita que la magnitud de la corriente de puerta supere el valor nominal de corriente de retención del triac 110. Debido a que el primer triac 110 no se hace conductor, la corriente de puerta continúa fluyendo y tiene una magnitud mayor que cero sustancialmente a lo largo de la duración de cada semiciclo. Por consiguiente, la señal de control de GC se polariza a bajo nivel a la referencia de potencial común durante el resto del semiciclo después de que el controlador 118 intente hacer que funcione el primer triac 110, enviando una señal de que el primer triac no está conduciendo la corriente de carga. La resistencia de la resistencia 160 se elige de tal modo que la corriente de puerta es mayor que aproximadamente 1 mA y los circuitos 142, 152 de detección de corriente polarizan la señal de control de GC a nivel bajo cuando la corriente de puerta está fluyendo.

El controlador 118 puede accionarse 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 puerta, respectivamente. Después de volver conductor uno de los triacs 110, 112, el controlador 118 comprueba la señal de control de GC que se prevé por el circuito 142, 152 de detección de corriente del triac controlado. Preferentemente, el controlador 118 muestrea la señal de control de GC en un tiempo t_{MUESTREO} después de que el controlador comience a hacer que funcione el triac a través del circuito 140, 150 de activación adecuado, tal como se muestra en las figuras 4A y 4B. Si la corriente de puerta no está fluyendo (es decir, la corriente de puerta tiene una magnitud de sustancialmente cero voltios y la señal de control de GC se encuentra polarizada a un nivel alto) en el tiempo de muestreo t_{MUESTREO} , el controlador 118 determina que el triac está conduciendo la corriente de carga y que la carga 108 de iluminación está encendida. Si la corriente de puerta está fluyendo (es decir, la corriente de puerta tiene una magnitud mayor que sustancialmente cero voltios y la señal de control de GC se encuentra polarizada a un nivel bajo) en el tiempo de muestreo t_{MUESTREO} , el controlador 118 determina que el triac controlado no está conduciendo la corriente de carga y que la carga 108 de iluminación está apagada.

La figura 5 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 500 de botón ejecutado de forma periódica por el controlador 118, por ejemplo, una vez cada 10 ms, para determinar si se está presionando el botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario. El controlador 118 usa una variable CUENTA_BOT para realizar un seguimiento de durante cuánto tiempo se ha pulsado el botón 200 de conmutación. Específicamente, la variable CUENTA_BOT realiza un seguimiento de cuántas veces consecutivas se ejecuta el procedimiento 500 de botón a la vez que se presiona el botón 200 de conmutación.

Haciendo referencia a la figura 5, el controlador 118 comprueba en primer lugar la entrada que se prevé a partir de la interfaz 128 de usuario en la etapa 110 para determinar si se está presionando el botón 200 de conmutación de la interfaz de usuario. Si no se está presionando el botón 200 de conmutación en la etapa 512, el controlador 118 restablece la variable CUENTA_BOT en la etapa 514. No obstante, si el botón 200 de conmutación se está presionando en la etapa 512, el controlador 118 incrementa la variable CUENTA_BOT en la etapa 516. Si la variable CUENTA_BOT no es igual a un valor máximo, por ejemplo, dos (2), en la etapa 518, simplemente se sale del procedimiento de botón 1800.

Si la variable CUENTA_BOT es igual a dos en la etapa 518 (es decir, el botón 200 de conmutación se ha pulsado durante dos ejecuciones consecutivas del procedimiento 500 de botón), se realiza una determinación en la etapa 520 con respecto a si el controlador 118 se encuentra controlando en el momento actual el primer triac 110. Si es así, el controlador 118 comienza a controlar el segundo triac 114 cada semiciclo en la etapa 522 (tal como se describirá en mayor detalle a continuación). 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. Por último, la variable CUENTA_BOT se restablece en la etapa 526 y se sale del procedimiento 500 de botón.

La figura 6 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 600 de paso por cero ejecutado de forma periódica por el controlador 118 en respuesta a la recepción de una indicación de un paso por cero procedente del detector 126 de paso por cero, es decir, una vez cada semiciclo de la tensión de línea de CA de la fuente 106 de potencia de CA. Después del paso por cero en la etapa 610 cada semiciclo, el controlador 118 vuelve conductor en primer lugar uno de los triacs 110, 114 primero y segundo en el tiempo de activación $t_{\text{ACTIVACIÓN}}$ adecuado después del paso por cero. Específicamente, si el controlador 118 está controlando el primer triac 110 en la etapa 612, el controlador hace que funcione el primer triac en el tiempo de activación $t_{\text{ACTIVACIÓN}}$ a través del primer circuito 112 de control de puerta en la etapa 614. Si el controlador 118 está controlando el segundo triac 114 en la etapa 612, el controlador hace que funcione el segundo triac en el tiempo de activación $t_{\text{ACTIVACIÓN}}$ a través del segundo circuito 116 de control de puerta en la etapa 616. El controlador 118 continúa haciendo que funcione el triac 110, 114 adecuado durante un periodo de tiempo, por ejemplo, 200 μs , en la etapa 618.

Después de que concluye el periodo de tiempo en la etapa 618, el controlador 118 comprueba una de las señales de

control de GC procedentes 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 puerta en la etapa 622. De otro modo, el controlador 118 muestrea la señal de control de GC del circuito 152 de detección de corriente del segundo circuito 116 de control de puerta en la etapa 624. Si la muestra de la señal de control de GC adecuada muestra en la etapa 626 que no hay una corriente de puerta fluyendo en el tiempo de muestreo t_{MUESTREO} , el controlador 118 ejecuta una rutina 700 de ENCENDIDO, que se explicará en mayor detalle a continuación con referencia a la figura 7A. La rutina 700 de ENCENDIDO proporciona un cierto grado de filtrado digital para garantizar que el estado de la carga 108 de iluminación, tal como se determina por el controlador 118, no cambia demasiado a menudo. El procedimiento 600 de paso por cero ha de ejecutar la rutina 700 de ENCENDIDO durante un número predeterminado de semiciclos consecutivos, por ejemplo, aproximadamente doce (12) semiciclos consecutivos, antes de que el controlador 118 determine que la carga 108 de iluminación está encendida.

Si la corriente de puerta está fluyendo en la etapa 626, el controlador 118 ejecuta una rutina 750 de APAGADO, que se explicará en mayor detalle a continuación con referencia a la figura 7B. Similar a la rutina 700 de ENCENDIDO, la rutina 750 de APAGADO garantiza que el estado de la carga 108 de iluminación, tal como se determina por el controlador 118, no cambia demasiado a menudo, garantizando que el controlador 118 detecta que está fluyendo una corriente de puerta a través de la puerta del triac controlado durante un número predeterminado de semiciclos consecutivos, por ejemplo, aproximadamente doce (12) semiciclos consecutivos, antes de que la determinación de que la carga 108 de iluminación está apagada. Por último, el controlador 118 deja de hacer que funcione el triac 110, 114 adecuado en la etapa 628 y se sale del procedimiento 600.

Las figuras 7A y 7B son unos diagramas de flujo simplificados de la rutina 700 de ENCENDIDO y de la rutina 750 de APAGADO, respectivamente, llamándose a ambas a través del procedimiento 600 de paso por cero. El controlador 118 usa dos variables CUENTA_ENCENDIDO y CUENTA_APAGADO para realizar un seguimiento de en cuántos semiciclos consecutivos el procedimiento 600 de paso por cero ha ejecutado la rutina 700 de ENCENDIDO y la rutina 750 de APAGADO, respectivamente. Preferentemente, las variables CUENTA_ENCENDIDO y CUENTA_APAGADO se inicializan a cero durante un procedimiento de arranque del controlador 118.

Durante la rutina 700 de ENCENDIDO, la variable CUENTA_APAGADO se restablece (es decir, se ajusta a cero) en la etapa 710 y la variable CUENTA_ENCENDIDO se incrementa en uno en la etapa 712. Si la variable CUENTA_ENCENDIDO es menor que once (11) en la etapa 714, simplemente se sale de la rutina 700 de ENCENDIDO. Si la variable CUENTA_ENCENDIDO es mayor que once, es decir, es doce (12) o mayor, en la etapa 714, el controlador 118 determina que la carga 108 de iluminación está encendida en la etapa 716 y se sale de la rutina 700 de ENCENDIDO. En cambio, durante la rutina 750 de APAGADO, la variable CUENTA_ENCENDIDO se restablece (es decir, se ajusta a cero) en la etapa 760 y la variable CUENTA_APAGADO se incrementa en uno en la etapa 762. Cuando la variable CUENTA_APAGADO es mayor que once en la etapa 764, el controlador 1618 determina que la carga 108 de iluminación está apagada en la etapa 766.

Después de la determinación del estado de la carga 108 de iluminación usando el procedimiento 600 de paso por cero, el controlador 118 es capaz de controlar la pantalla de visualización de la interfaz 128 de usuario para proporcionar una realimentación del estado de la carga 108 de iluminación y para informar del estado de la carga 108 de iluminación a través del circuito 130 de comunicación.

La figura 8A es un diagrama de bloques simplificado de un sistema 800 de tres vías que incluye un conmutador 802 inteligente de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. El conmutador 802 inteligente incluye un terminal N de neutro, que se acopla a la conexión a neutro de la fuente 104 de potencia de CA. Al igual que con el regulador 102 de intensidad luminosa inteligente de la primera realización, los triacs 110, 114 se controlan de una forma complementaria por un controlador 818. Un primer detector 826 de paso por cero se acopla entre el primer terminal SH1 de fase conmutada y el terminal N de neutro, y un segundo detector 827 de paso por cero se acopla entre el segundo terminal SH2 de fase conmutada y el terminal N de neutro. El controlador 818 recibe las señales de paso por cero representativas de los pasos por cero de la tensión de línea de CA de la fuente 106 de potencia de CA a partir de los detectores 826, 827 de paso por cero primero y segundo.

El conmutador 802 inteligente incluye una fuente 820 de potencia que se acopla entre el terminal H de fase y un terminal N de neutro, de tal modo que no corriente se extrae a través de la carga 108 de iluminación con el fin de cargar la fuente 820 de potencia. La fuente 820 de potencia genera una tensión de CC para alimentar un controlador 818. La tensión de CC V_{CC} se calcula con respecto a la referencia de potencial común, es decir, el terminal N de neutro.

Al igual que con el regulador 102 de intensidad luminosa inteligente de la figura 1, el controlador 818 puede accionarse para controlar el circuito 140, 150 de activación de los circuitos 112, 116 de control de puerta para activar los triacs 110, 112, respectivamente. Asimismo, el controlador 818 puede accionarse para determinar si la corriente de puerta está fluyendo en respuesta a los circuitos 142, 152 de detección de corriente del circuito 112, 116 de control de puerta, respectivamente. El conmutador 802 inteligente comprende además un circuito 860 de detección de tensión de línea (LVD), que se acopla entre el terminal H de fase y el terminal N de neutro. El circuito 860 de detección de tensión de línea proporciona una señal de control de LVD activa a nivel bajo al controlador 818. El

controlador 818 puede accionarse para determinar si la tensión de línea de CA está presente en el terminal H de fase en respuesta al circuito 860 de detección de tensión de línea. El circuito 860 de detección de tensión de línea permite que el controlador 818 determine si la carga 108 de iluminación está encendida cuando el regulador de intensidad luminosa 802 se acopla al lado de la carga del sistema 800 (tal como se muestra en la figura 8B). Por consiguiente, el controlador 818 puede accionarse para determinar el estado del conmutador 104 de tres vías y la carga 108 de iluminación en respuesta a los circuitos 142, 152 de detección de corriente y el circuito 860 de detección de tensión de línea.

La figura 9A es un diagrama simplificado que muestra unas formas de onda del funcionamiento del conmutador 802 inteligente cuando el conmutador inteligente se acopla al lado de la línea del sistema 800 (tal como se muestra en la figura 8A), el controlador 818 está haciendo que funcione el primer triac 110, y el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición A, de tal modo que la carga 108 de iluminación está encendida. Debido a que la señal de tensión de línea de CA está presente en el terminal H de fase, el circuito 860 de detección de tensión de línea hace que funcione la señal de control de LVD a nivel bajo alrededor del pico de la tensión de línea de CA enviando una señal al controlador 118 de que la tensión de línea de CA 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 ha de comprobar una de las señales de control de GC.

La corriente de puerta para el primer triac 110 fluye a través de la fuente 106 de potencia de CA, el primer triac 110, el circuito 140 de activación, el circuito 142 de detección de corriente, y el primer detector 826 de paso por cero hasta el terminal N de neutro. Inmediatamente después de cada paso por cero de la tensión de línea de CA, el controlador 118 hace que funcione el circuito 140 de activación para activar el primer triac 110. Por consiguiente, la corriente de puerta fluye a través de la puerta del primer triac durante un periodo de tiempo hasta que la corriente de carga a través de los terminales principales del triac supera el valor nominal de corriente de retención y el triac se hace conductor. La tensión a través del triac 110 entonces cae a una tensión sustancialmente baja (por ejemplo, de aproximadamente 1 V) y la corriente de puerta deja de fluir. Por lo tanto, la corriente de puerta existe como un impulso de corriente cuando el triac se activa con éxito. La señal de control de GC generada por el circuito 142 de detección de corriente se encuentra polarizada a un nivel bajo (es decir, sustancialmente a cero voltios) cuando la corriente de puerta está fluyendo, y se encuentra polarizada a un nivel alto (es decir, sustancialmente a la tensión de CC V_{CC}) cuando la corriente de puerta no está fluyendo, tal como se muestra en la figura 9A.

La figura 9B es un diagrama simplificado que muestra unas formas de onda del funcionamiento del conmutador 802 inteligente cuando el conmutador inteligente se acopla al lado de la línea del sistema 800 y el controlador 818 está haciendo que funcione el primer triac 110, pero el conmutador 104 de tres vías se encuentra en la posición B, de tal modo que la carga 108 de iluminación está apagada. En este caso, el primer triac 110 no se hace conductor debido a que la corriente a través de los terminales principales del triac no puede superar el valor nominal de corriente de retención. La impedancia del detector 826 de paso por cero (por ejemplo, de aproximadamente 110 k Ω) ajusta la magnitud de la corriente de puerta a una tensión por debajo del valor nominal de corriente de retención del primer triac 110. Debido a que el primer triac 110 no se hace conductor, la corriente de puerta continúa fluyendo y tiene una magnitud mayor que sustancialmente cero amperios (es decir, de aproximadamente 1 mA o mayor, tal como se determina por la impedancia del detector 826 de paso por cero) sustancialmente a lo largo de la duración de cada semiciclo. Por consiguiente, la señal de control de GC se polariza a bajo nivel a la referencia de potencial común (es decir, a aproximadamente cero voltios) sustancialmente a lo largo de la totalidad de la duración de cada semiciclo, enviando una señal de que el primer triac 112 no está conduciendo la corriente de carga.

Cuando el conmutador 802 inteligente se acopla al lado de la línea del sistema 800 (tal como se muestra en la figura 9A), el controlador 818 puede accionarse 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 supervisa la salida del circuito 142, 152 de detección de corriente que se acopla en serie con la puerta del triac que se está haciendo funcionar en el momento actual durante una ventana de muestreo cerca del pico de la tensión de línea de CA. Si la corriente de puerta no está fluyendo (es decir, la corriente de puerta tiene una magnitud de sustancialmente cero amperios), el controlador 818 determina que el triac es conductor y que la carga 108 de iluminación está encendida. Si la corriente de puerta está fluyendo (es decir, la corriente de puerta tiene una magnitud mayor que sustancialmente cero amperios), el controlador 818 determina que el triac no está conduciendo corriente a la carga y que la carga 108 de iluminación está apagada.

Preferentemente, la ventana de muestreo es un periodo de tiempo que tiene una duración $T_{VENTANA}$ (por ejemplo, de aproximadamente 1,5 ms) centrada alrededor de un tiempo t_{PICO} que se corresponde con el pico de la tensión de línea de CA, tal como se muestra en las figuras 9A y 9B. La ventana de muestreo está centrada alrededor del pico de la tensión de línea de CA, para garantizar que el controlador 818 no muestrea la señal de control de GC alrededor de los pasos por cero. Cerca de los pasos por cero, los optotriacs de los circuitos 140, 150 de activación de los circuitos 112, 114 de control de puerta primero y segundo pueden no tener suficiente corriente fluyendo a través de los fototriacs como para seguir siendo conductor. Esto puede dar lugar a que los optoacopladores de los circuitos 142, 152 de detección de corriente permitan que la señal de control de GC se encuentre polarizada a nivel alto (es decir, la misma condición que cuando uno de los triacs 110, 114 se hace conductor y la corriente de puerta ha dejado de fluir).

5 Cuando el conmutador 802 inteligente se acopla al lado de la carga del sistema 800 (tal como se muestra en la figura 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 ha de usar también el circuito 860 de detección de tensión de línea para determinar el estado de la carga 108 de iluminación. Si el controlador 118 no está haciendo que funcione el triac 110, 114 que se encuentra en serie con la presente posición del conmutador 104 de tres vías, la tensión de línea de CA no está presente a través del circuito 860 de detección de tensión de línea. El circuito 860 de detección de tensión de línea proporciona una señal de control adecuada al controlador 818, que concluye que la carga 108 de iluminación está apagada. Si la tensión de línea de CA está presente a través del circuito 860 de detección de tensión de línea y la corriente de puerta está fluyendo a través de la puerta del triac que el controlador 818 está haciendo que funcione, el controlador determina que la carga 108 de iluminación está encendida.

10 Las figuras 10A y 10B son unos diagramas de flujo simplificados de un procedimiento 1000 de paso por cero ejecutado por el controlador 818 de forma periódica, en respuesta a la recepción de una indicación de un paso por cero a partir de uno u otro de los detectores 826, 827 de paso por cero, es decir, una vez cada semiciclo de la tensión de línea de CA de la fuente 106 de potencia de CA. El controlador 818 también ejecuta el procedimiento 500 de botón de la figura 5 de forma periódica, por ejemplo, aproximadamente una vez cada 10 ms, para determinar cuál de los triacs 110, 114 se controla. Haciendo referencia a la figura 10A, cuando el controlador 818 recibe una indicación de un paso por cero en la etapa 1010 cada semiciclo, el controlador 818 vuelve conductor en primer lugar uno de los triacs 110, 114 primero y segundo, sustancialmente de forma inmediata a continuación del paso por cero (es decir, tan pronto como la magnitud de la tensión de línea de CA se encuentra polarizada a un nivel lo bastante alto como para que los triacs 110, 114 puedan activarse). Específicamente, si el controlador 818 está controlando el primer triac 110 en la etapa 1012, el controlador hace que funcione el primer triac a través del primer circuito 112 de control de puerta en la etapa 1014. Alternativamente, si el controlador 818 está controlando el segundo triac 114 en la etapa 1012, el controlador hace que funcione el segundo triac a través del segundo circuito 116 de control de puerta en la etapa 1016. Si el controlador 818 determina que el presente semiciclo es el semiciclo negativo en la etapa 1018, el controlador espera el final del semiciclo en la etapa 1032, después el controlador deja de hacer que funcione el triac 1510, 1514 adecuado en la etapa 1034.

15 Si el presente semiciclo es el semiciclo positivo en la etapa 1018, el controlador 818 determina en la etapa 1020 si la tensión de línea de CA ha entrado en la ventana de muestreo, es decir, el periodo de tiempo de 1,5 ms que rodea el pico de la tensión de línea de CA tal como se muestra en las figuras 9A y 9B. El controlador 818 espera en la etapa 1020 hasta que la tensión de línea de CA se encuentra en la ventana de muestreo, tiempo en el que el controlador comienza a muestrear de forma periódica la señal de control de LVD y la señal de control de GC para determinar si la tensión de línea de CA está presente en el terminal H de fase y la corriente de puerta está fluyendo a través de la puerta de uno de los triacs 110, 114 primero y segundo, respectivamente. Preferentemente, el controlador 818 muestrea las señales de control aproximadamente cada 250 μ s, de tal modo que el controlador obtiene aproximadamente seis (6) muestras de cada una de las señales de control durante la ventana de muestreo. El controlador 818 usa dos variables CUENTA_LVD y CUENTA_GC para realizar un seguimiento de cuántas de las seis muestras de la señal de control de LVD se encuentran polarizadas a un nivel alto y cuántas de la señal de control de CUENTA_GC se encuentran polarizadas a un nivel bajo durante la ventana de muestreo, respectivamente. Preferentemente, las variables CUENTA_LVD y CUENTA_GC se inicializan a cero durante un procedimiento de arranque del controlador 818.

20 Haciendo referencia a la figura 10B, el controlador 818 comprueba la señal de control de LVD a partir del circuito 860 de detección de tensión de línea en la etapa 1022 para determinar si la tensión de línea de CA está presente en el terminal H de fase. Si la tensión de línea de CA no se detecta en la etapa 1024, el controlador 818 incrementa la variable CUENTA_LVD en la etapa 1026. Si la variable CUENTA_LVD es igual a un valor máximo, por ejemplo, dos (2), en la etapa 1028 (es decir, dos de las seis muestras de la señal de control de LVD se encuentran polarizadas a nivel alto durante la ventana de muestreo), el controlador 818 ejecuta la rutina 750 de APAGADO de la figura 7B y finalmente determina que la carga 108 de iluminación está apagada si la tensión de línea de CA no se detecta durante doce semiciclos consecutivos. Después de la ejecución de la rutina 750 de APAGADO, el controlador 818 restablece las variables CUENTA_LVD y CUENTA_GC en la etapa 1030. al final del semiciclo en la etapa 1032, el controlador 818 deja de hacer que funcione el triac 110, 514 adecuado en la etapa 1034 y se sale del procedimiento 1000.

25 Si la tensión de línea de CA se detecta en la etapa 1024, o si la variable CUENTA_LVD no es igual a dos en la etapa 1028, el controlador 818 determina si la corriente de puerta está fluyendo a través de la puerta de uno de los triacs 110, 114 primero y segundo. Específicamente, si el controlador 818 está en el momento actual haciendo que funcione el primer triac 110 en la etapa 1036, el controlador supervisa la salida del primer circuito 142 de detección de corriente del primer circuito 112 de control de puerta en la etapa 1038, para determinar si la corriente de puerta está en el momento actual fluyendo a través de la puerta del primer triac 110. Si el controlador 818 está en el momento actual haciendo que funcione el segundo triac 114 en la etapa 1036, el controlador supervisa la salida del segundo circuito 152 de detección de corriente del segundo circuito 116 de control de puerta en la etapa 1040, para determinar si la corriente de puerta está en el momento actual fluyendo a través de la puerta del segundo triac 114. Si la corriente de puerta no está fluyendo a través de la puerta del primer triac 110 o de la puerta del segundo triac 114 durante la ventana de muestreo en la etapa 1042, el controlador 818 incrementa la variable CUENTA_GC en la etapa 1044. Si la variable CUENTA_GC es igual a un número máximo, por ejemplo, dos (2), en la etapa 1046, el

controlador 818 ejecuta la rutina 700 de ENCENDIDO de la figura 7A y finalmente determina que la carga 108 de iluminación está encendida si no hay una corriente de puerta fluyendo durante doce semiciclos consecutivos. El controlador 818 entonces restablece las variables CUENTA_LVD y CUENTA_GC en la etapa 1030 y deja de hacer que funcione el triac 110, 114 adecuado al final del semiciclo en la etapa 1034, antes de que se salga del procedimiento 1000.

Si la corriente de puerta no está fluyendo a través de ninguna de las puertas de los triacs 110, 114 durante la ventana de muestreo en la etapa 1042, o si la variable CUENTA_GC no es igual a dos en la etapa 1046, el controlador 818 determina si la tensión de línea de CA ha alcanzado el final de la ventana de muestreo en la etapa 1048. Si no es así, el controlador 818 espera en la etapa 1050 y a continuación muestrea la señal de control de LVD y la señal de control de GC de nuevo, de tal modo que las señales de control se muestrean aproximadamente cada 250 μ s. Si la tensión de línea de CA ha alcanzado el final de la ventana de muestreo en la etapa 1050, el controlador 818 ejecuta la rutina 750 de APAGADO y restablece las variables CUENTA_LVD y CUENTA_GC en la etapa 1030, antes de que dejar de hacer que funcione el triac 110, 114 adecuado en la etapa 1034. Por último, se sale del procedimiento 1000.

La figura 11 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control de iluminación 1100 que incluye un regulador 1102 de intensidad luminosa inteligente de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. El regulador 1102 de intensidad luminosa inteligente sólo incluye un triac 110, que simplemente se acopla entre la fuente 106 de potencia de CA y la carga 108 de iluminación. Un controlador 1118 puede accionarse para controlar el triac 110 para encender y apagar la carga 108 de iluminación y para controlar la intensidad de la carga de iluminación en respuesta a unas entradas que se reciben a través de la interfaz 128 de usuario y el circuito 130 de comunicación. El controlador 1118 puede accionarse para determinar si la carga 108 de iluminación está presente (es decir, instalada en el sistema 1100) o es defectuosa (es decir, se ha vuelto inservible) en respuesta al circuito de detección de corriente de puerta 142 del circuito 112 de control de puerta. Una resistencia 1160 se acopla entre el terminal DH de fase de intensidad luminosa regulada y la conexión N a neutro para permitir que la corriente de puerta fluya si la carga 108 de iluminación no se encuentra o es defectuosa.

La figura 12 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 1200 de botón ejecutado por el controlador 1118 de forma periódica, por ejemplo, una vez cada 10 ms, para determinar si se está presionando el botón 200 de conmutación de la interfaz 128 de usuario. El procedimiento 1200 de botón es muy similar al procedimiento 500 de botón de la figura 5. No obstante, después de que la variable CUENTA_BOT es igual a dos en la etapa 518, el controlador 1118 determina en la etapa 1220 si la carga 108 de iluminación está controlándose en el momento actual para estar encendida. Si es así, el controlador 1118 deja de hacer que funcione el triac 110 cada semiciclo para apagar la carga 108 de iluminación en la etapa 1222. Si la carga 108 de iluminación está en el momento actual apagada en la etapa 1220, el controlador 1118 comienza a hacer que funcione el triac 114 en el tiempo adecuado cada semiciclo para encender la carga 108 de iluminación en la etapa 1224.

La figura 13 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 1300 de paso por cero ejecutado por el controlador 1118 de forma periódica, en respuesta a la recepción de una indicación de un paso por cero procedente del detector 826 de paso por cero, es decir, una vez cada semiciclo de la tensión de línea de CA de la fuente 106 de potencia de CA. Después de la recepción de una indicación de un paso por cero en la etapa 1310, el controlador 1118 determina en la etapa 1312 si el triac 110 ha de controlarse de tal modo que la carga 108 de iluminación esté encendida. Si la carga 108 de iluminación está apagada en la etapa 1312, simplemente se sale del procedimiento 1300. De otro modo, el controlador 1118 hace que funcione el triac 110 en el tiempo de activación $t_{ACTIVACION}$ adecuado en la etapa 1314.

En la etapa 1316, el controlador 1118 espera 200 μ s debido a que el controlador hizo que funcionara el triac 110 en la etapa 1314. Después del tiempo de muestreo $t_{MUESTREO}$ en la etapa 1316, el controlador 1118 comprueba la señal de control de GC que se prevé por el circuito de detección de corriente de puerta 142 en la etapa 1318 para determinar si la corriente de puerta está fluyendo. Si la corriente de puerta no está fluyendo en la etapa 1320, el controlador 1118 ejecuta la rutina 700 de ENCENDIDO y finalmente determina que la carga 108 de iluminación está encendida (es decir, la carga de iluminación está funcionando correctamente) si no hay una corriente de puerta fluyendo durante doce semiciclos consecutivos. Si la corriente de puerta está fluyendo en la etapa 1320, el controlador 1118 ejecuta la rutina 750 de APAGADO y finalmente determina que la carga 108 de iluminación está apagada si hay una corriente de puerta fluyendo durante doce semiciclos consecutivos. Si la carga 108 de iluminación está apagada en la etapa 1322 (es decir, el triac 110 no está conduciendo cuando el triac ha de estar conduciendo), el controlador 1118 determina que la carga 108 de iluminación no se encuentra o es defectuosa. Por consiguiente, el controlador 1118 visualiza una indicación de error en la pantalla de visualización de la interfaz 128 de usuario en la etapa 1324. Alternativamente, el controlador 1118 puede transmitir un mensaje digital representativo de la condición de error a través del circuito 132 de comunicación en la etapa 1324. Por último, el controlador 1118 deja de hacer que funcione el triac 110 en la etapa 1326.

La figura 14 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema 1400 de control de iluminación que incluye un dispositivo 1402 de control de múltiples cargas de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. El dispositivo 1402 de control de múltiples cargas puede accionarse para controlar independientemente la cantidad de potencia que se entrega a dos cargas 108, 109 de iluminación, tal como se muestra en la figura 14. El dispositivo

1402 de control de múltiples cargas incluye dos triacs 1410, 1414, que se acoplan en serie entre un terminal H de fase y dos terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada, respectivamente. El dispositivo 1402 de control de múltiples cargas puede controlar las intensidades de unas cargas de iluminación adicionales si simplemente se prevén unos triacs adicionales en paralelo con los triacs 1410, 1414. El dispositivo 1402 de control de múltiples cargas puede comprender, por ejemplo, una unidad de control GRAFIK Eye®, que se fabrica por el cesionario de la presente solicitud y que se describe en mayor detalle en la patente de los Estados Unidos con n.º 5.949.200, expedida el 7 de septiembre de 1999, titulada *WALL MOUNTABLE CONTROL SYSTEM WITH VIRTUALLY UNLIMITED ZONE CAPACITY*.

Un controlador 1418 puede accionarse para controlar dos circuitos 1440, 1450 de activación de unos circuitos 1412, 1416 de control de puerta respectivos para volver conductores los triacs 1410, 1414 cada semiciclo. El controlador 1418 puede accionarse para determinar si cada una de las cargas 108, 109 de iluminación no se encuentra o es defectuosa en respuesta a los circuitos 1442, 1452 de detección de corriente de puerta de los circuitos 1412, 1416 de control de puerta respectivos. Dos resistencias 1460, 1470 se acoplan respectivamente entre los terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada y la conexión N a neutro para permitir que las corrientes de puerta fluyan si las cargas 108, 109 de iluminación no se encuentran o son defectuosas. El controlador 1418 puede proporcionar una indicación de error de la pantalla de visualización de la interfaz 128 de usuario si cualesquiera de las cargas 108, 109 de iluminación no se encuentra o es defectuosa. El controlador 1418 puede habilitar o deshabilitar características del dispositivo 1402 de control de múltiples cargas, o decidir iluminar o no iluminar partes de la pantalla de visualización en respuesta a la determinación de que una u otra de las cargas 108, 109 de iluminación no se encuentra o es defectuosa.

La figura 15 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema 1500 de control de iluminación que incluye un dispositivo 1502 de control de carga dual de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. El dispositivo 1502 de control de carga dual puede accionarse para controlar independientemente la cantidad de potencia que se entrega a dos cargas 108, 109 de iluminación. El dispositivo 1502 de control de carga dual no incluye un terminal neutro. Un controlador 1518 puede accionarse para volver conductores los triacs 1410, 1414 cada semiciclo y para determinar si una de las cargas 108, 109 de iluminación no se encuentra o es defectuosa en respuesta a los circuitos 1442, 1452 de detección de corriente de puerta de los circuitos 1412, 1416 de control de puerta respectivos. Una resistencia 1560 se acopla entre los terminales DH1, DH2 de fase de intensidad luminosa regulada para permitir que las corrientes de puerta fluyan si una de las cargas 108, 109 de iluminación no se encuentra o es defectuosa. Un dispositivo de control de carga dual se describe en mayor detalle en la solicitud de patente de los Estados Unidos con n.º de serie 11/598.460, presentada el 12 de noviembre de 2006, titulada *WALL-MOUNTABLE SMART DUAL LOAD CONTROL DEVICE*.

A pesar de que las palabras “dispositivo” y “unidad” se han usado para describir los elementos de los sistemas de control de iluminación de la presente invención, ha de observarse que cada “dispositivo” y “unidad” descrito en el presente documento no ha de encontrarse completamente contenido en una única caja o estructura. Por ejemplo, el regulador 102 de intensidad luminosa de la figura 1 puede comprender una pluralidad de botones en una caja de montaje en pared y un controlador que se incluye en una ubicación independiente. Asimismo, un “dispositivo” puede encontrarse contenido en otro “dispositivo”. Por ejemplo, el conmutador de semiconductores (es decir, el dispositivo conductor de forma controlable) es una parte del regulador de intensidad luminosa de la presente invención.

La presente solicitud se refiere a la solicitud de patente de los Estados Unidos transferida legalmente en trámite junto con la presente, con n.º de expediente de agente P/10-979 CIP (05-12150-P2 CP3), presentada el mismo día que la presente solicitud, titulada *LOAD CONTROL DEVICE FOR USE WITH LIGHTING CIRCUITS HAVING THREE-WAY SWITCHES*.

A pesar de que la presente invención se ha descrito en relación con unas realizaciones particulares de la misma, serán evidentes para los expertos en la técnica muchas variaciones y modificaciones y otros usos. Se prefiere, por lo tanto, que la presente invención no esté limitada por la divulgación específica dada en el presente documento, sino sólo por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de control de carga para controlar la cantidad de potencia que se suministra a una carga (108) eléctrica a partir de una fuente (106) de potencia de CA que genera una tensión de línea de CA, comprendiendo el circuito de control de carga:
- 5 un dispositivo (110, 114, 1410, 1414) conductor de forma controlable adaptado para acoplarse en una conexión eléctrica en serie entre la fuente (106) de potencia y la carga (108) eléctrica, teniendo el dispositivo conductor de forma controlable un estado conductor y un estado no conductor, teniendo el dispositivo conductor de forma controlable una entrada de control y pudiendo accionarse para entrar en el estado conductor en respuesta a una corriente de puerta que se conduce a través de la entrada de control;
- 10 y
- un controlador (118, 818, 1118, 1418, 1518) que puede accionarse para hacer que funcione el dispositivo (110, 114, 1410, 1414) conductor de forma controlable para cambiar el dispositivo conductor de forma controlable desde el estado no conductor hasta el estado conductor cada semiciclo de la tensión de línea de CA, pudiendo el controlador accionarse para determinar, en respuesta a la magnitud de la corriente de puerta a través de la entrada de control del dispositivo conductor de forma controlable, si el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente a la carga en el momento actual;
- 15 **caracterizado porque**
- el circuito de control de carga comprende además un circuito (142, 152, 1442, 1452) de detección que tiene una entrada acoplada operativamente a la entrada de control del dispositivo (110, 114, 1410, 1414) conductor de forma controlable y una salida acoplada operativamente al controlador (118, 818, 1118, 1418, 1518), pudiendo el circuito de detección accionarse para proporcionar una señal de control representativa de la magnitud de la corriente de puerta al controlador.
- 20
2. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, que además comprende:
- un terminal (H) de línea adaptado para acoplarse a un lado de conexión de fase de la fuente de potencia de CA;
- 25 un terminal (SH1, SH2, DH, DH1, DH2) de carga adaptado para acoplarse a la carga eléctrica; y
- un terminal (N) de neutro adaptado para acoplarse a un lado neutro de la fuente de potencia de CA; en el que la corriente de puerta se conduce a través del terminal neutro.
3. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, en el que el controlador puede accionarse para determinar que el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo una corriente de carga a la carga si la corriente de puerta tiene una magnitud de sustancialmente cero amperios.
- 30
4. El circuito de control de carga de la reivindicación 3, en el que el controlador puede accionarse para determinar que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo la corriente de carga a la carga si la corriente de puerta tiene una magnitud mayor que sustancialmente cero amperios.
- 35
5. El circuito de control de carga de la reivindicación 4, en el que el controlador puede accionarse para determinar que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo la corriente de carga a la carga si la corriente de puerta tiene una magnitud mayor que aproximadamente un miliamperio.
6. El circuito de control de carga de la reivindicación 2, que además comprende:
- un segundo terminal (DH2) de carga adaptado para acoplarse a una segunda carga (109) eléctrica; y
- 40 un segundo dispositivo (1414) conductor de forma controlable adaptado para acoplarse en una conexión eléctrica en serie entre la fuente de potencia y la segunda carga eléctrica, teniendo el segundo dispositivo conductor de forma controlable un estado conductor y un estado no conductor, teniendo el segundo dispositivo conductor de forma controlable una entrada de control y pudiendo accionarse para entrar en el estado conductor en respuesta a una segunda corriente de puerta que se conduce a través de la entrada de control;
- 45 en el que el controlador (1418, 1518) puede accionarse para hacer que funcione el segundo dispositivo (1414) conductor de forma controlable para cambiar el segundo dispositivo conductor de forma controlable desde el estado no conductor hasta el estado conductor cada semiciclo de la tensión de línea de CA, pudiendo el controlador accionarse para determinar, en respuesta a la magnitud de la segunda corriente de puerta a través de la entrada de control del segundo dispositivo conductor de forma controlable, si el segundo dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente a la carga en el momento actual.
- 50
7. El circuito de control de carga de la reivindicación 6, en el que el controlador (1418, 1518) puede accionarse para controlar independientemente la cantidad de potencia que se suministra a las cargas eléctricas.
- 55
8. El circuito de control de carga de la reivindicación 6, que además comprende:
- una primera resistencia (1460) acoplada entre el primer terminal (DH1) de carga y el terminal (N) neutro;

una segunda resistencia (1470) acoplada entre el segundo terminal (DH2) de carga y el terminal (N) neutro; en el que las resistencias primera y segunda tienen unas resistencias dimensionadas de tal modo que se evita que las corrientes de puerta primera y segunda superen los valores nominales de corriente de retención de los dispositivos conductores de forma controlable.

5 9. El circuito de control de carga de la reivindicación 6, que además comprende:

una resistencia acoplada entre los terminales (1564) de carga primero y segundo, teniendo la resistencia una resistencia dimensionada de tal modo que se evita que las corrientes de puerta primera y segunda superen los valores nominales de corriente de retención de los dispositivos conductores de forma controlable.

10 10. El circuito de control de carga de la reivindicación 2, que además comprende:

una resistencia (1160) acoplada entre el terminal de carga y el terminal neutro, teniendo la resistencia una resistencia dimensionada de tal modo que se evita que la corriente de puerta supere un valor nominal de corriente de retención del dispositivo conductor de forma controlable.

15 11. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, en el que el circuito de detección comprende un circuito de detección de corriente.

12. El circuito de control de carga de la reivindicación 11, que además comprende:

un circuito (140, 150, 1440, 1450) de activación acoplado en una conexión eléctrica en serie con la entrada de control del dispositivo conductor de forma controlable y la entrada del circuito de detección, el circuito de activación sensible al controlador.

20 13. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, en el que el controlador puede accionarse para determinar que el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo una corriente de carga a la carga si la corriente de puerta no está fluyendo cerca del pico de la tensión de línea de CA cuando el controlador está haciendo que funcione el dispositivo conductor de forma controlable.

25 14. El circuito de control de carga de la reivindicación 13, en el que el controlador puede accionarse para determinar que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo la corriente de carga a la carga si la primera corriente de puerta está fluyendo cerca del pico de la tensión de línea de CA cuando el controlador está haciendo que funcione el dispositivo conductor de forma controlable.

30 15. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, en el que el controlador puede accionarse para hacer que funcione el dispositivo conductor de forma controlable en un instante predeterminado cada semiciclo de la tensión de línea de CA, y para supervisar la señal de control procedente del circuito de detección después de que ha transcurrido una cantidad de tiempo predeterminada desde que el dispositivo conductor de forma controlable se hizo funcionar por el controlador.

35 16. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, en el que el controlador puede accionarse para hacer que funcione el dispositivo conductor de forma controlable sustancialmente en el comienzo de un semiciclo de la tensión de línea de CA, y para supervisar la señal de control procedente del circuito de detección durante el semiciclo cerca de un tiempo que se corresponde con una tensión de pico de la tensión de línea de CA.

17. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, en el que el dispositivo (110, 114, 1410, 1414) conductor de forma controlable comprende un conmutador de semiconductores bidireccional.

40 18. El circuito de control de carga de la reivindicación 17, en el que el conmutador de semiconductores bidireccional comprende un triac.

19. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, que además comprende:

un circuito (130) de comunicación adaptado para transmitir un mensaje digital;

45 en el que el controlador puede accionarse para transmitir el mensaje digital a través del circuito (130) de comunicación en respuesta a la determinación de que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo corriente a la carga en el momento actual.

20. El circuito de control de carga de la reivindicación 1, que además comprende:

una pantalla de visualización para proporcionar una realimentación a un usuario del dispositivo de control de carga;

50 en el que el controlador puede accionarse para dar lugar a que la pantalla de visualización proporcione la realimentación en respuesta a la determinación de que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo corriente a la carga en el momento actual.

21. Un procedimiento de control de la cantidad de potencia que se suministra a una carga (108) eléctrica a partir de una fuente (106) de potencia de CA, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

5 acoplar un dispositivo (110, 114, 1410, 1414) conductor de forma controlable en una conexión eléctrica en serie entre la fuente de potencia de CA y la carga eléctrica, teniendo el dispositivo conductor de forma controlable un estado conductor y un estado no conductor;
conducir una corriente de puerta a través de la entrada de control para dar lugar a que el dispositivo conductor de forma controlable entre en el estado conductor;
caracterizado porque el procedimiento comprende además las etapas de:

10 supervisar la corriente de puerta; y
determinar, en respuesta a la etapa de supervisar la corriente de puerta, si el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente a la carga en el momento actual.

22. El procedimiento de la reivindicación 21, en el que la etapa de determinar comprende además determinar que el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo una corriente de carga a la carga si la corriente de puerta tiene una magnitud de sustancialmente cero amperios.

15 23. El procedimiento de la reivindicación 22, que comprende además la etapa de:

determinar que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo la corriente de carga a la carga si la corriente de puerta tiene una magnitud mayor que sustancialmente cero amperios.

20 24. El procedimiento de la reivindicación 23, en el que la etapa de determinar que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo comprende además determinar que el dispositivo conductor de forma controlable no está conduciendo la corriente de carga a la carga si la corriente de puerta tiene una magnitud mayor que aproximadamente un miliamperio.

25. El procedimiento de la reivindicación 21, que comprende además las etapas de:

25 hacer que funcione el dispositivo conductor de forma controlable en un instante predeterminado cada semiciclo de una tensión de línea de CA de la fuente de potencia;
en el que la etapa de determinar comprende determinar si el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente en el momento actual después de que ha transcurrido una cantidad de tiempo predeterminada desde que la etapa de hacer que funcione el dispositivo conductor de forma controlable.

26. El procedimiento de la reivindicación 21, que comprende además las etapas de:

30 hacer que funcione el dispositivo conductor de forma controlable sustancialmente en el comienzo de un semiciclo de una tensión de línea de CA de la fuente de potencia;
en el que la etapa de determinar comprende determinar si el dispositivo conductor de forma controlable está conduciendo corriente en el momento actual durante el semiciclo cerca de un tiempo que se corresponde con una tensión de pico de la tensión de línea de CA.

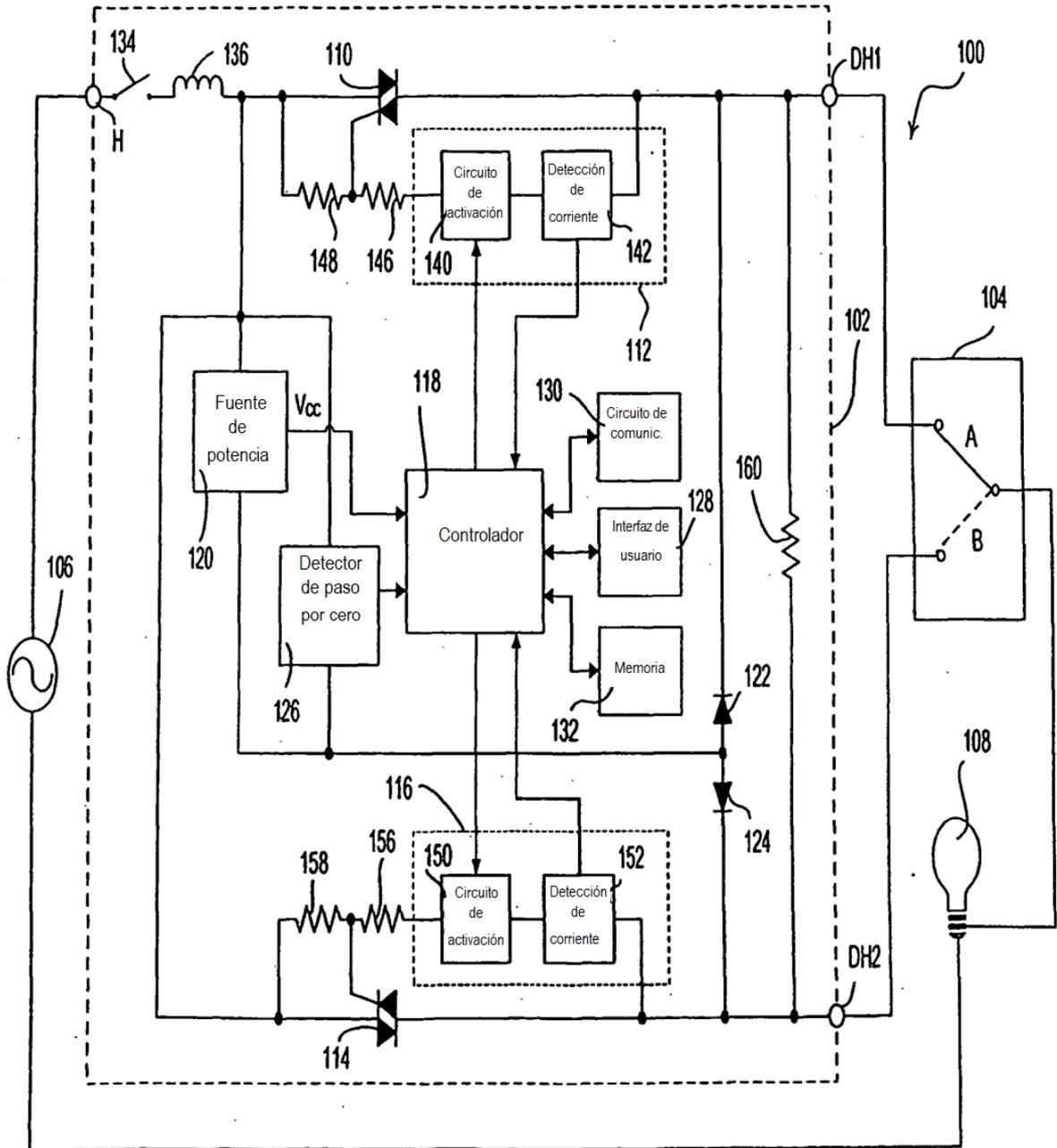


Fig. 1

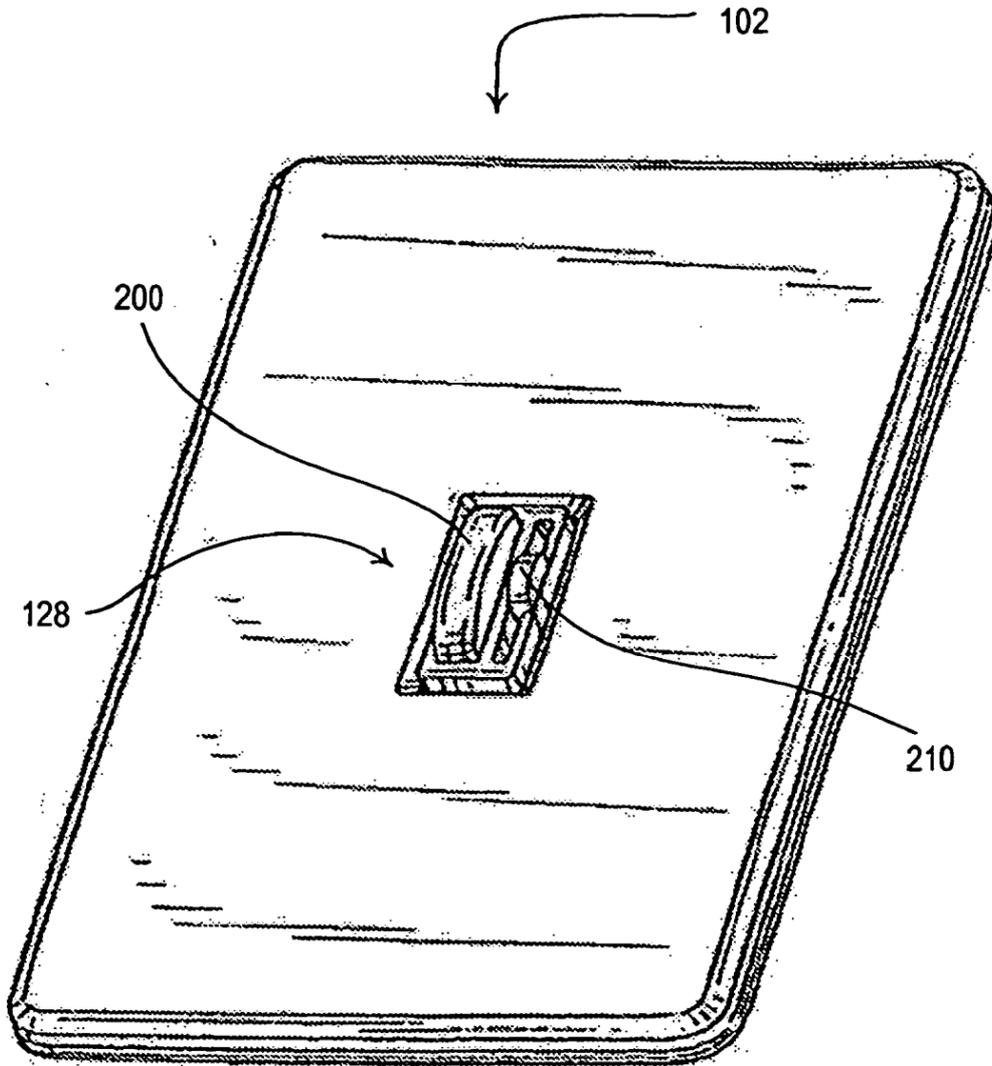
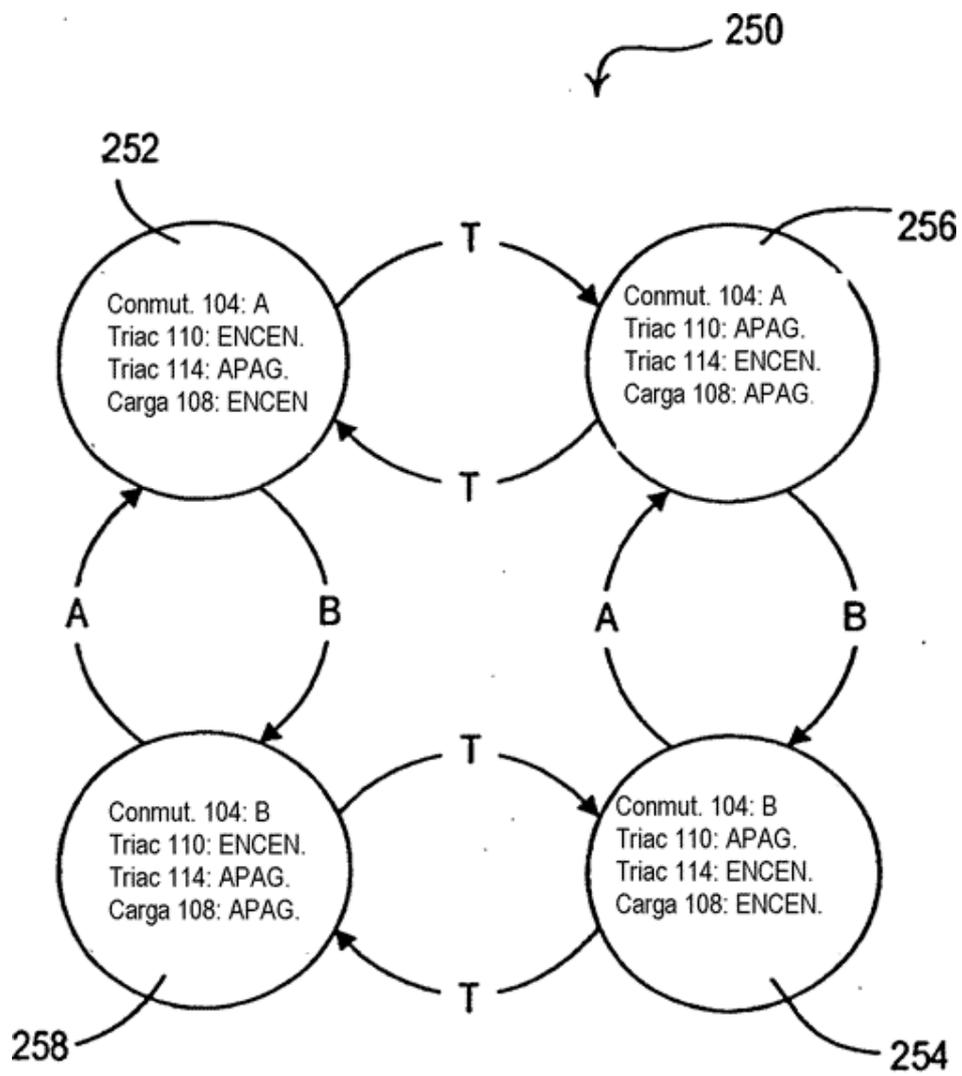


Fig. 2A



A = Conmutar conmutador 104 de tres vías a la posición A
 B = Conmutar conmutador 104 de tres vías a la posición B
 T = Accionamiento de botón de conmutación de la interfaz de usuario 128

Fig. 2B

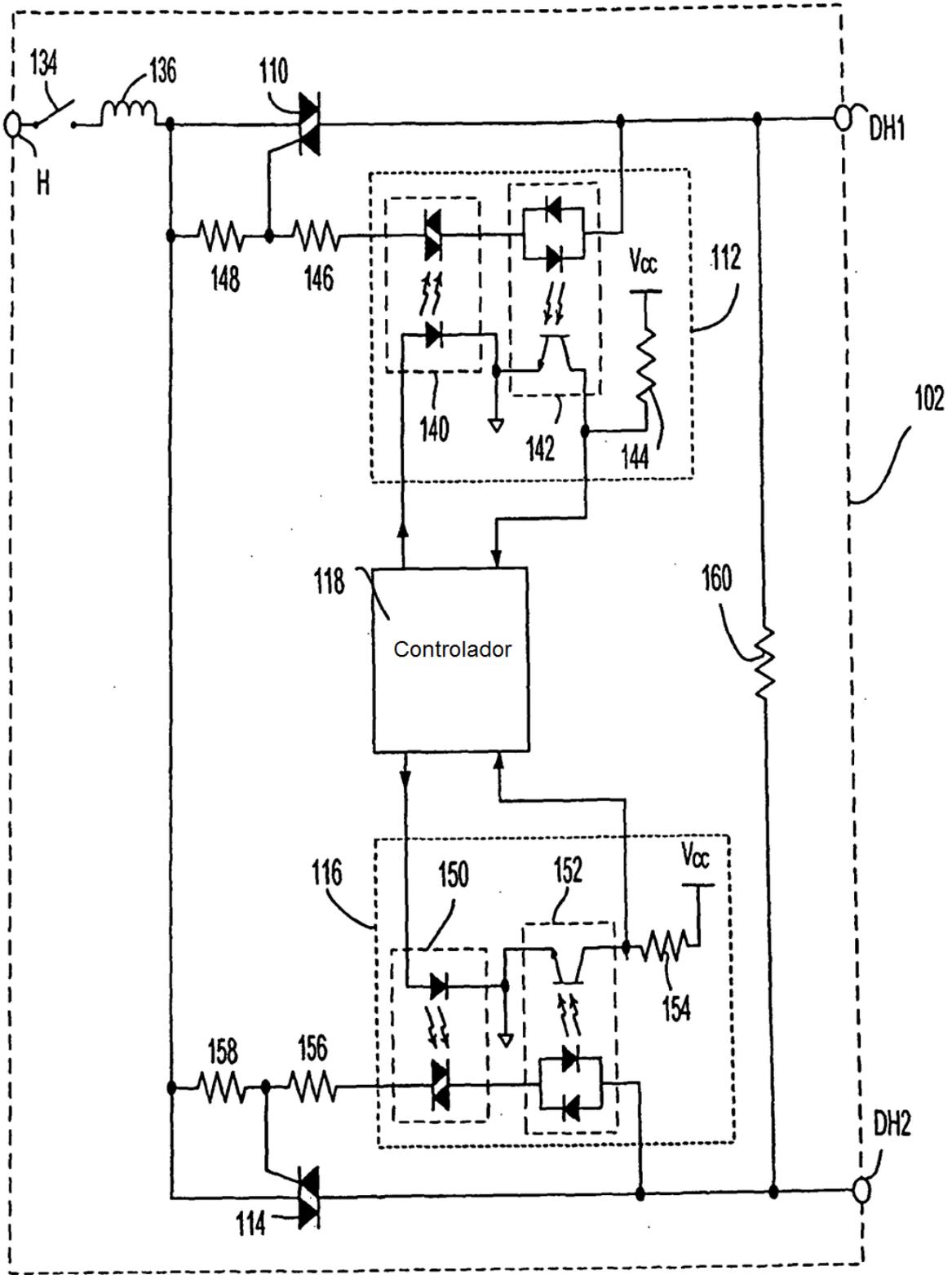


Fig. 3

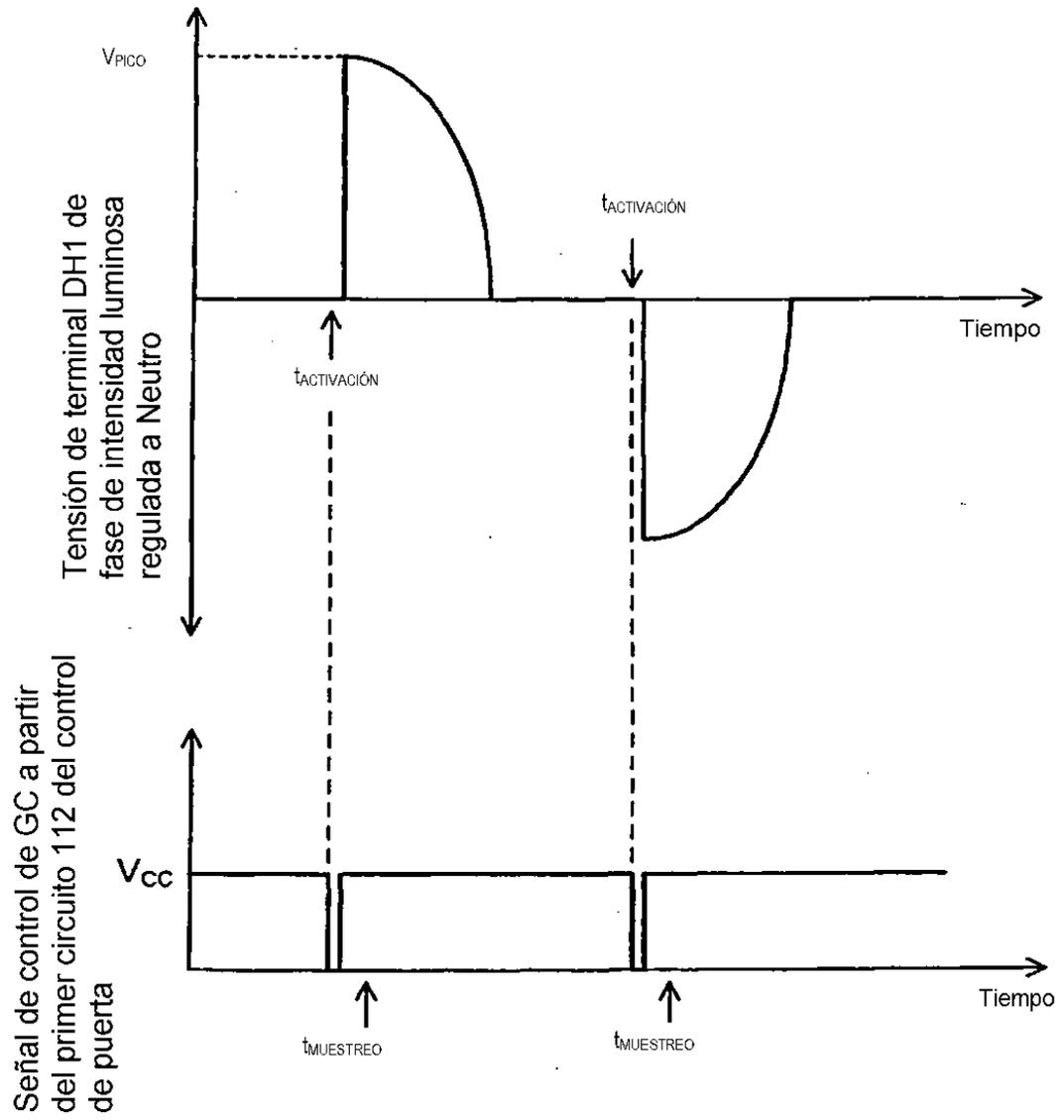


Fig. 4A

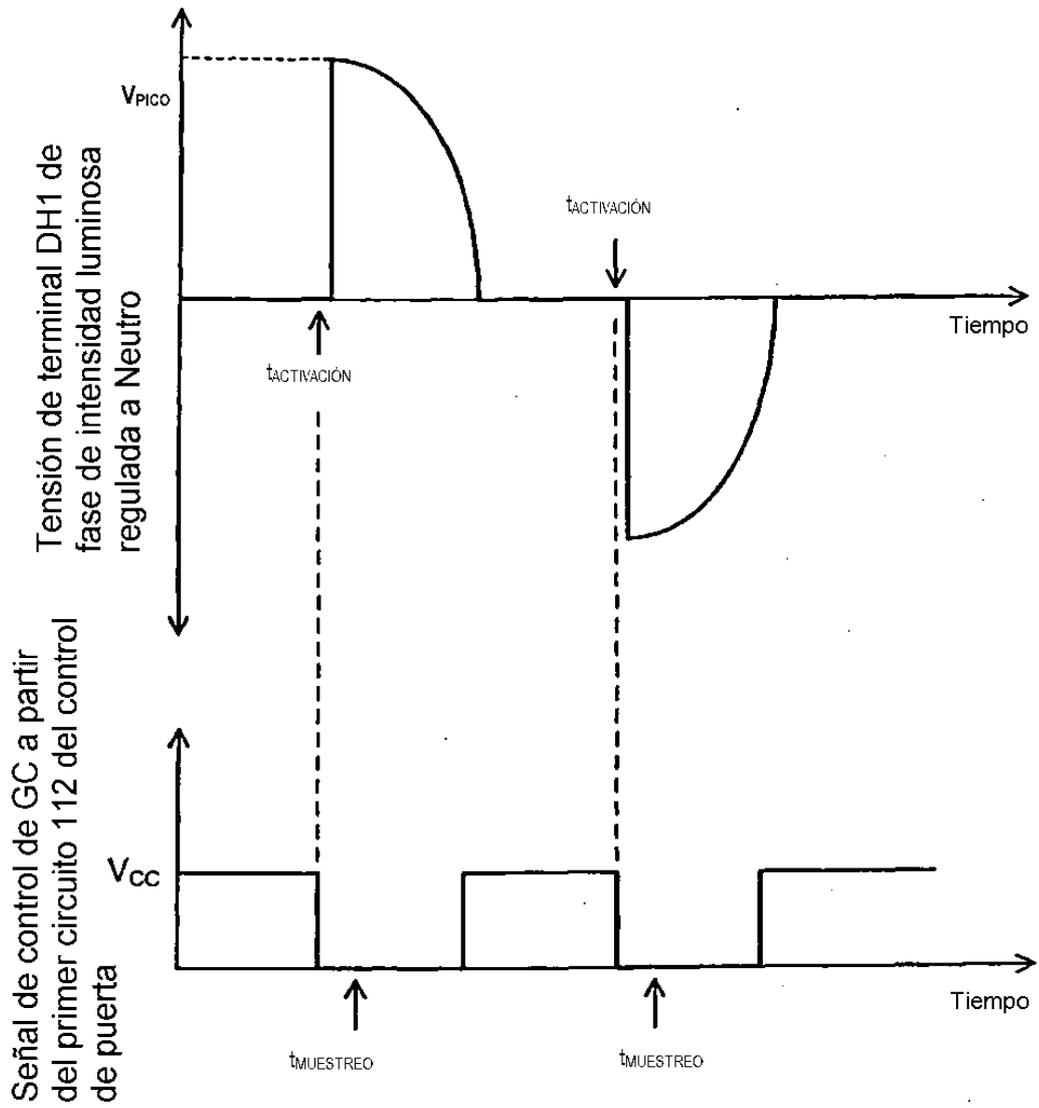


Fig. 4B

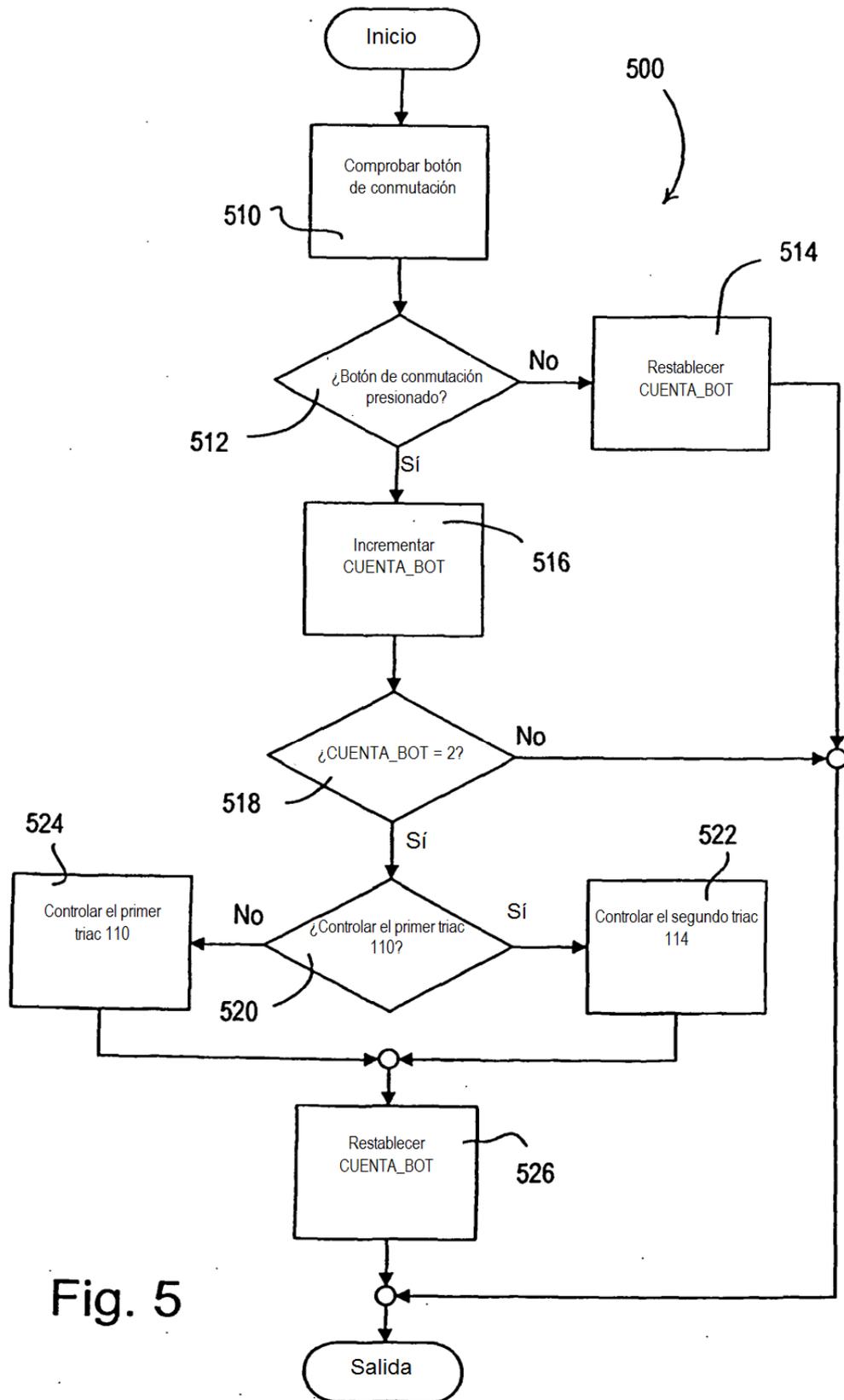


Fig. 5

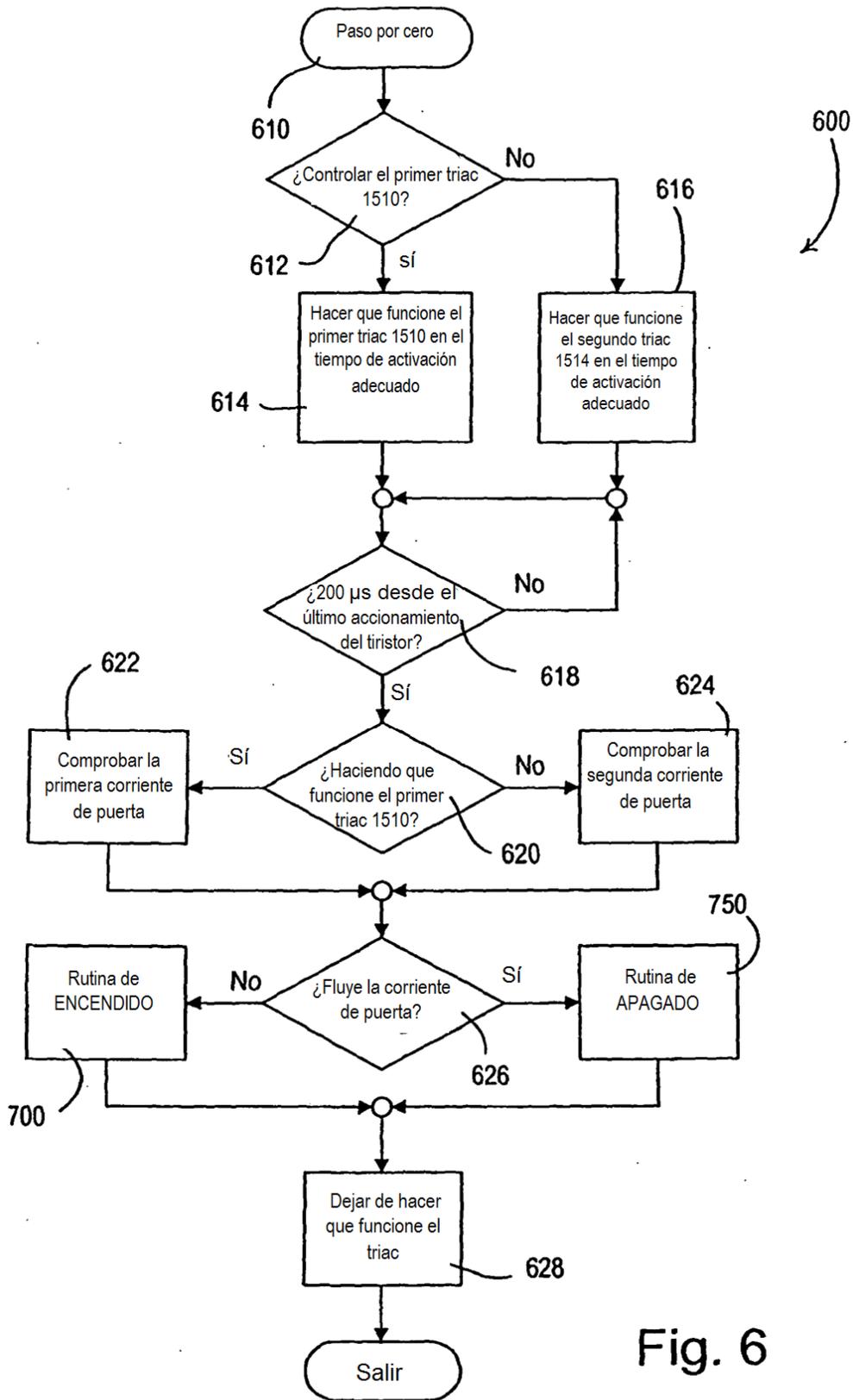


Fig. 6

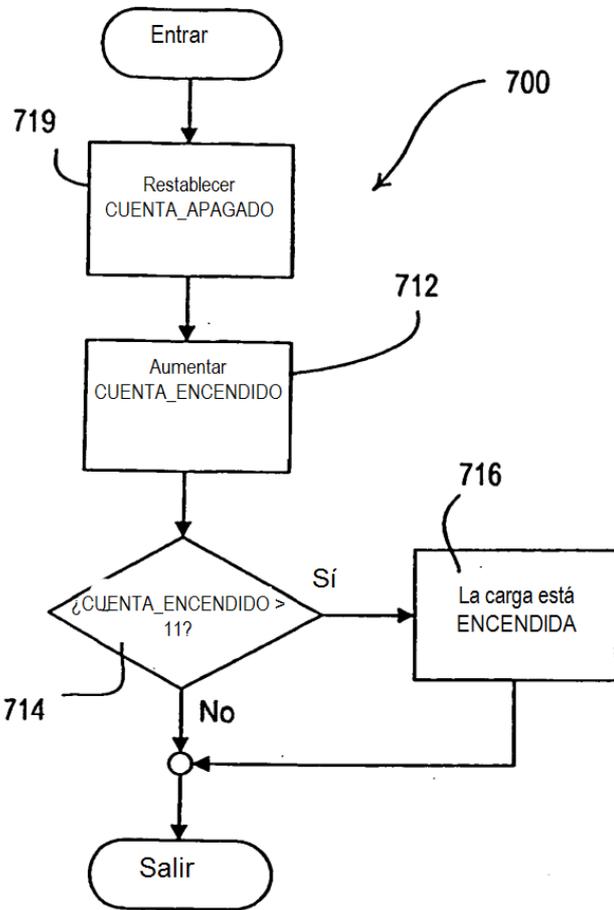


Fig. 7A

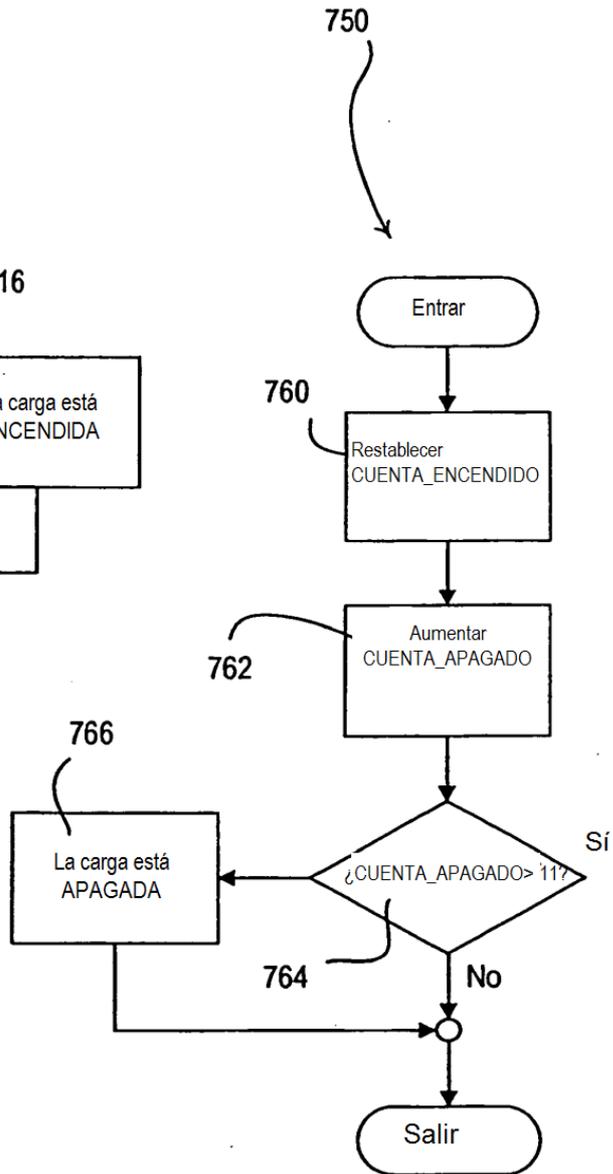


Fig. 7B

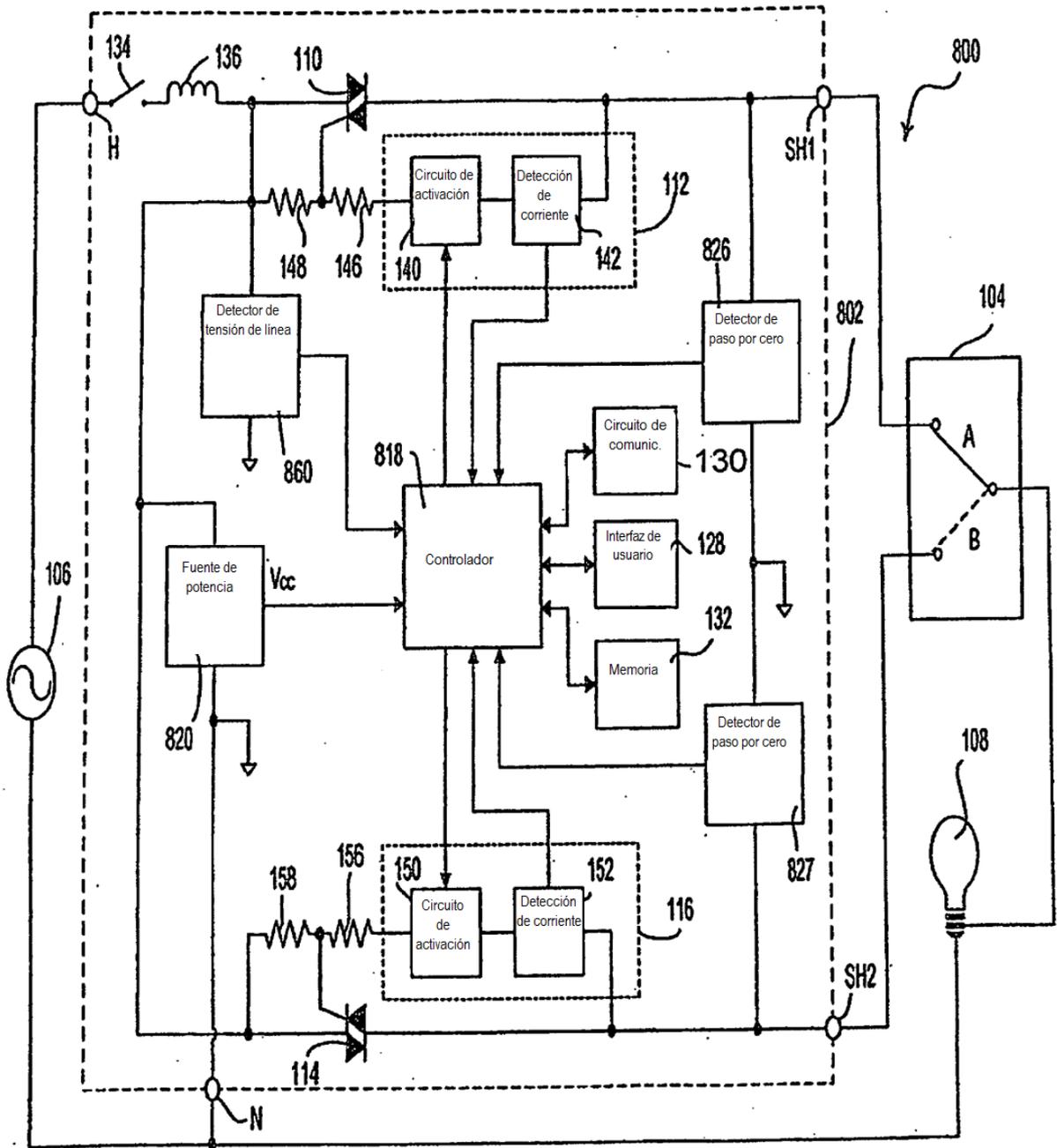


Fig. 8A

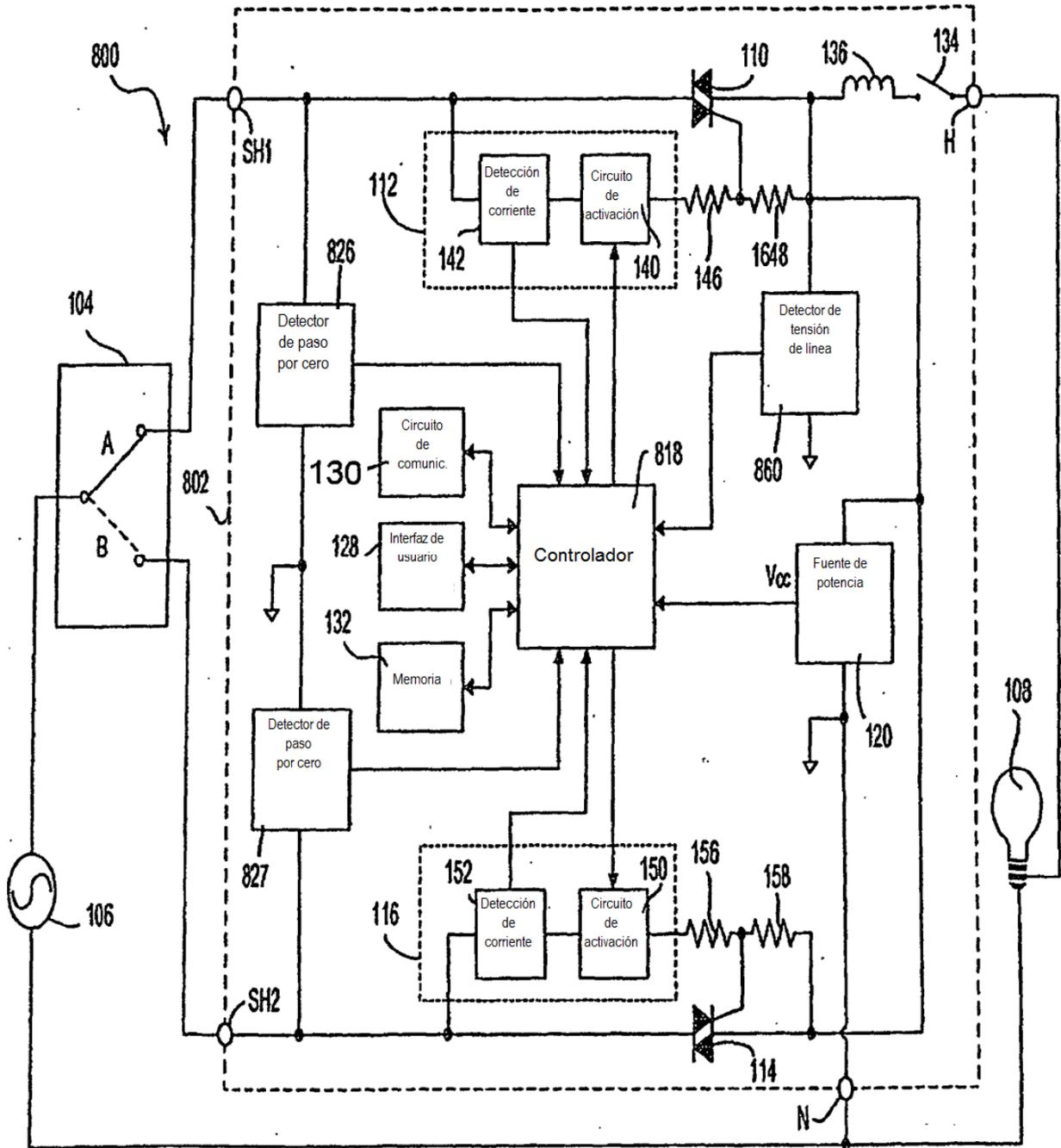


Fig. 8B

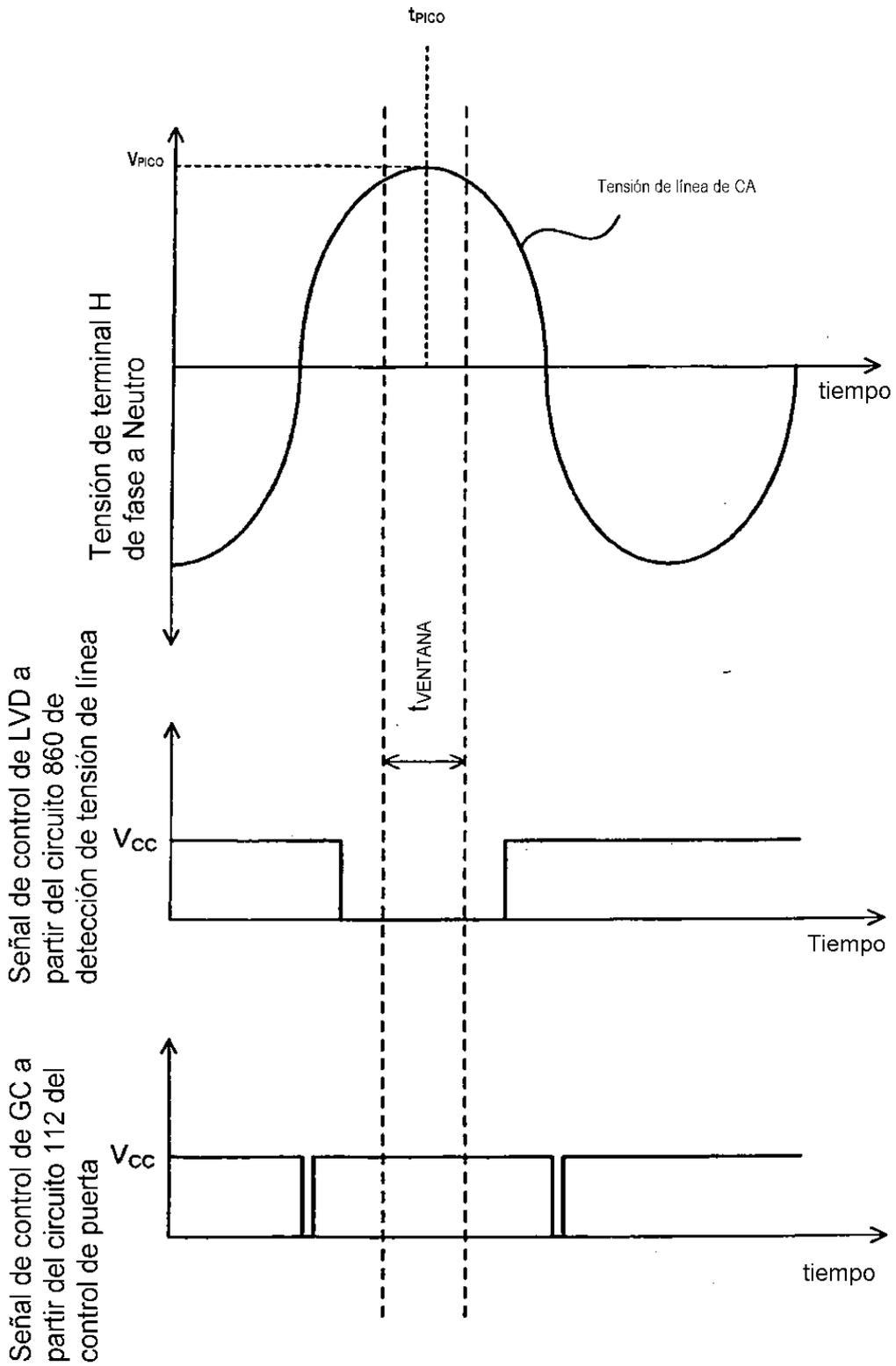


Fig. 9A

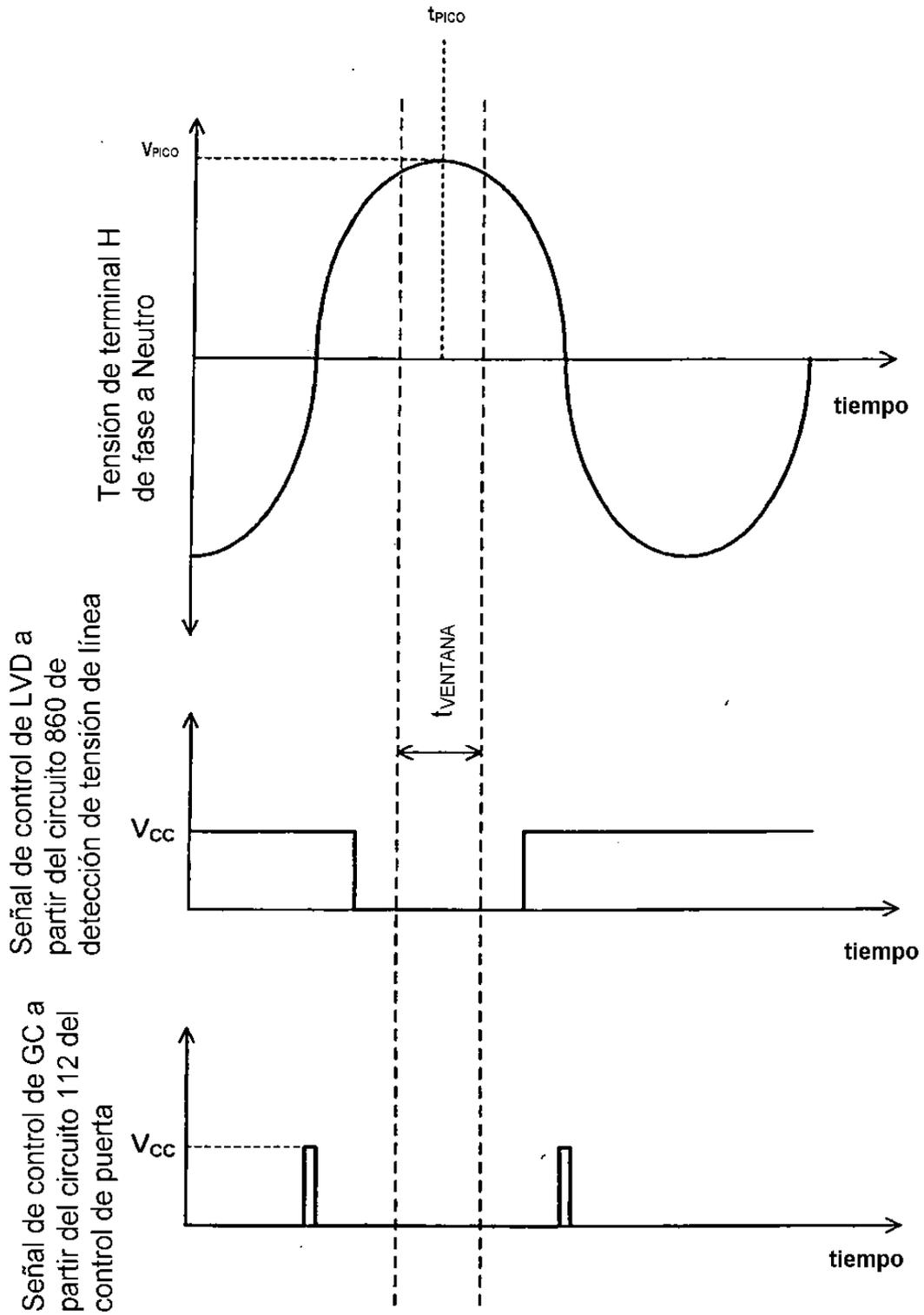


Fig. 9B

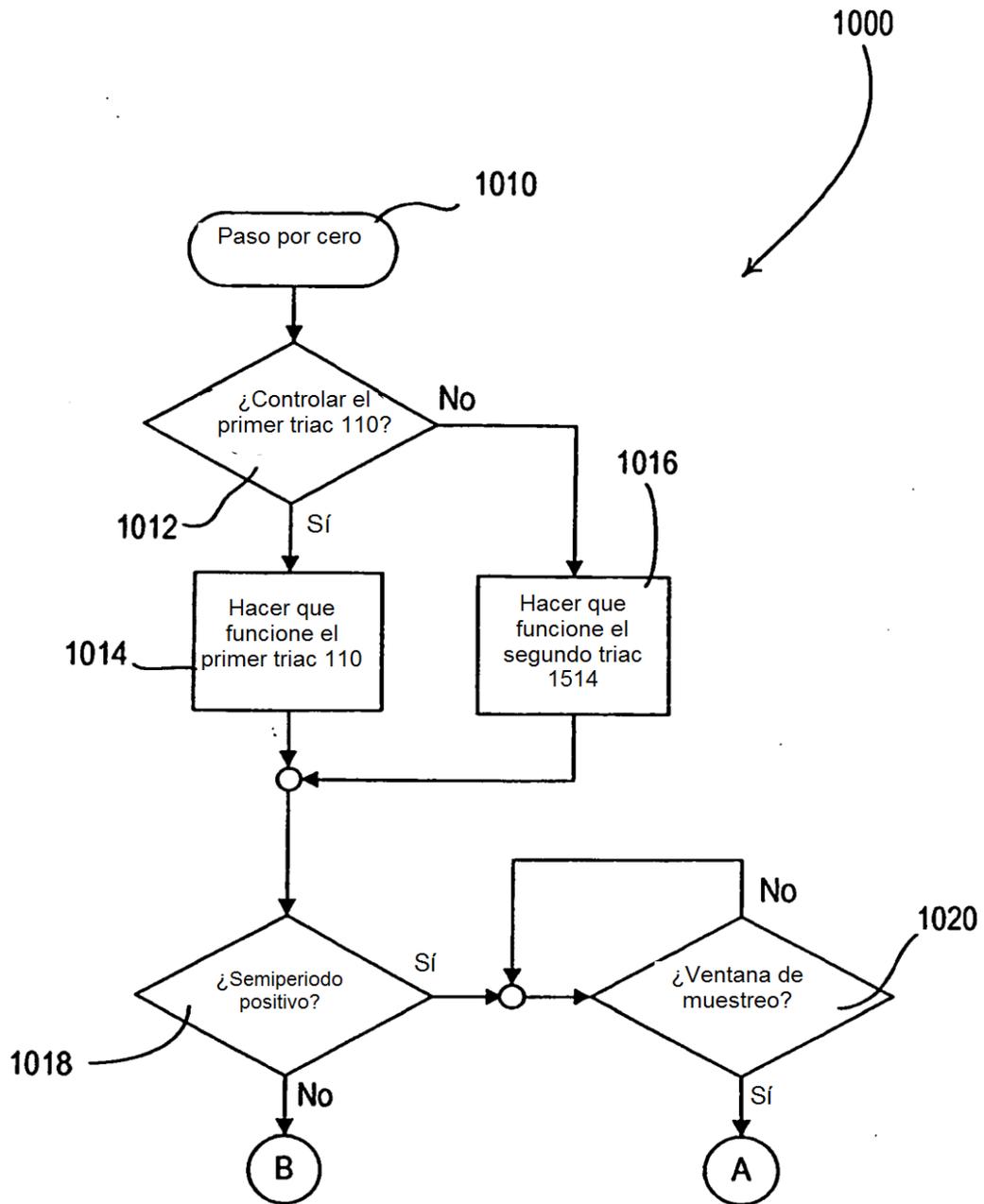


Fig. 10A

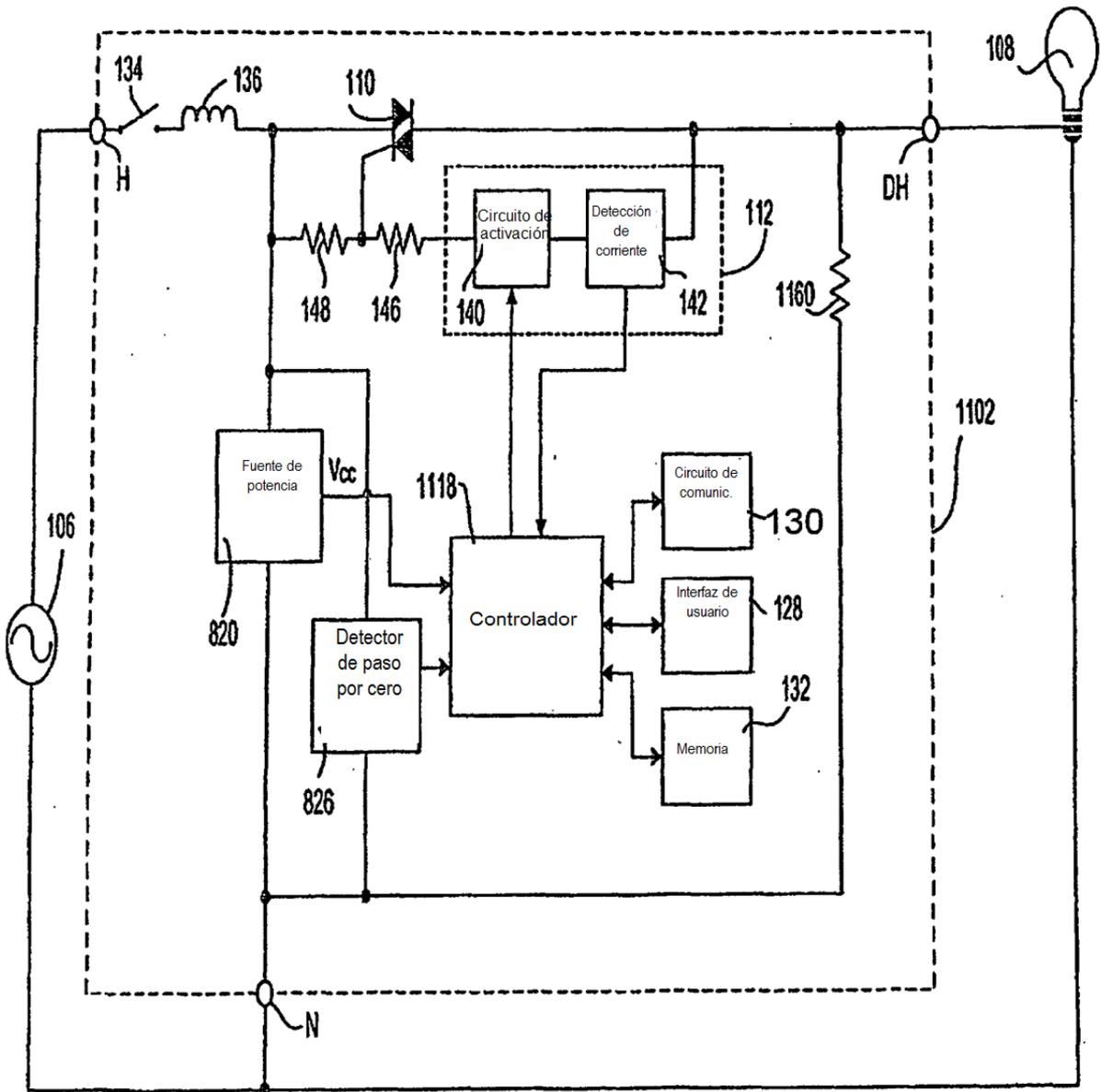


Fig. 11

1100

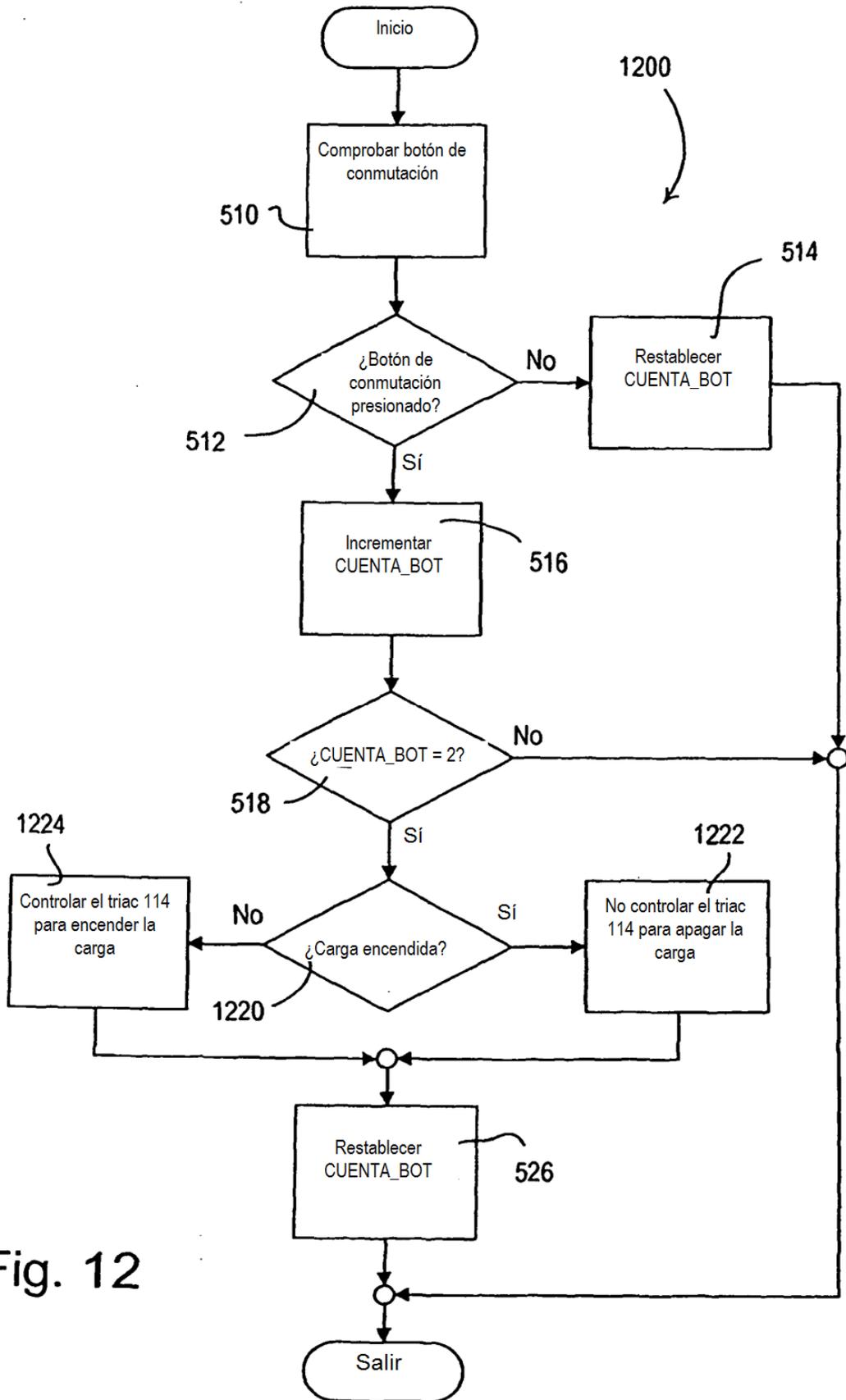


Fig. 12

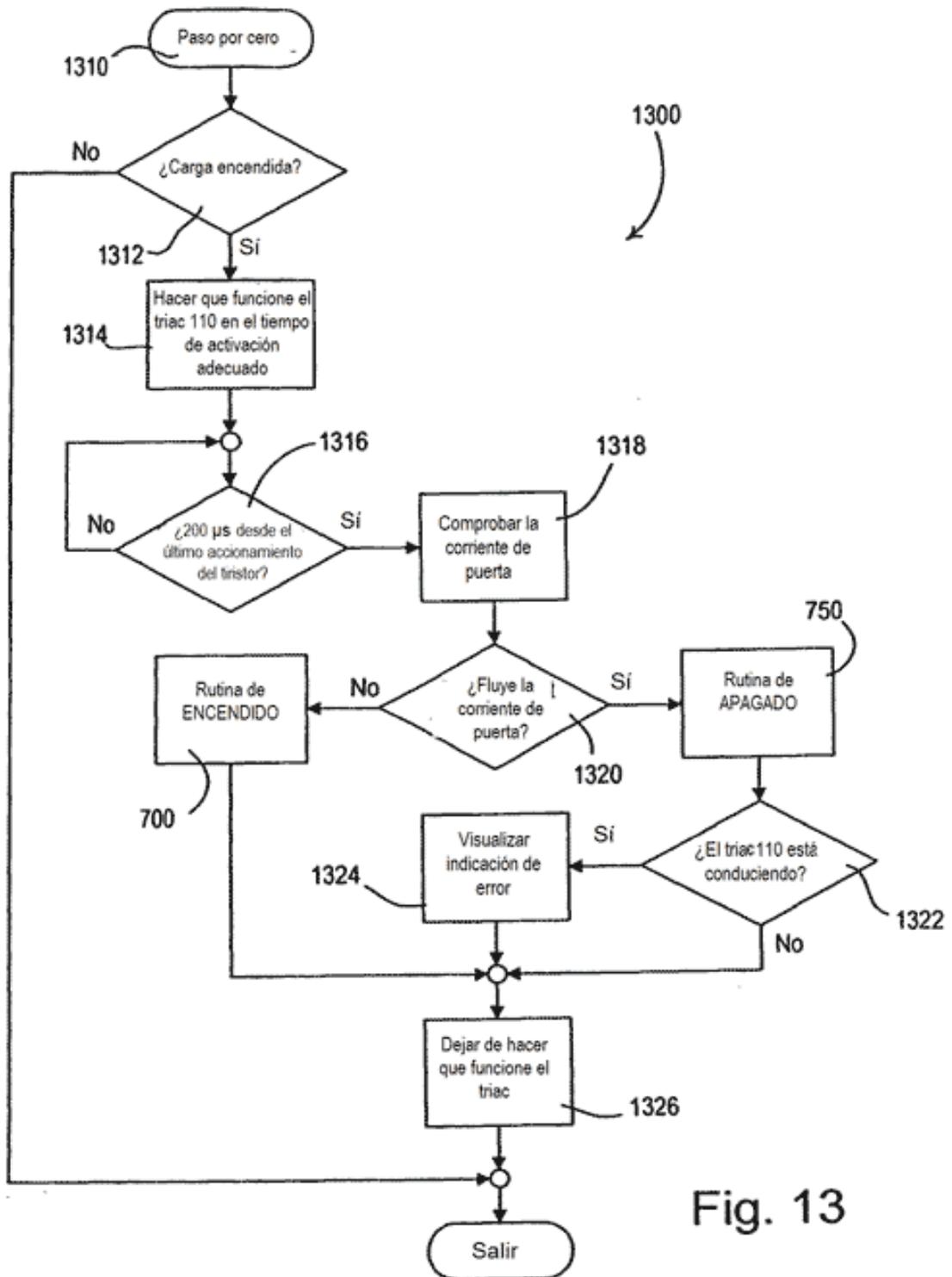


Fig. 13

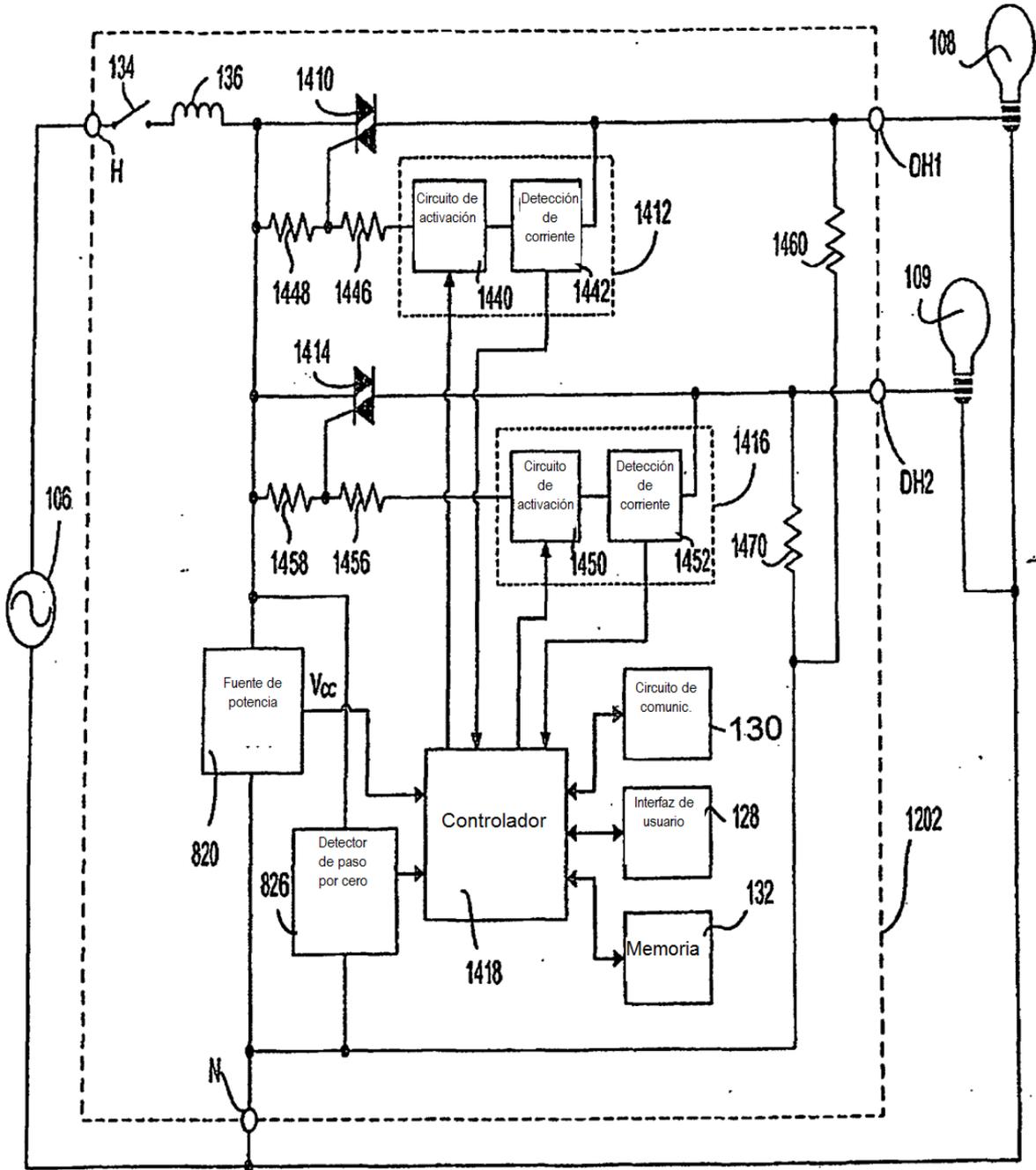


Fig. 14 1400

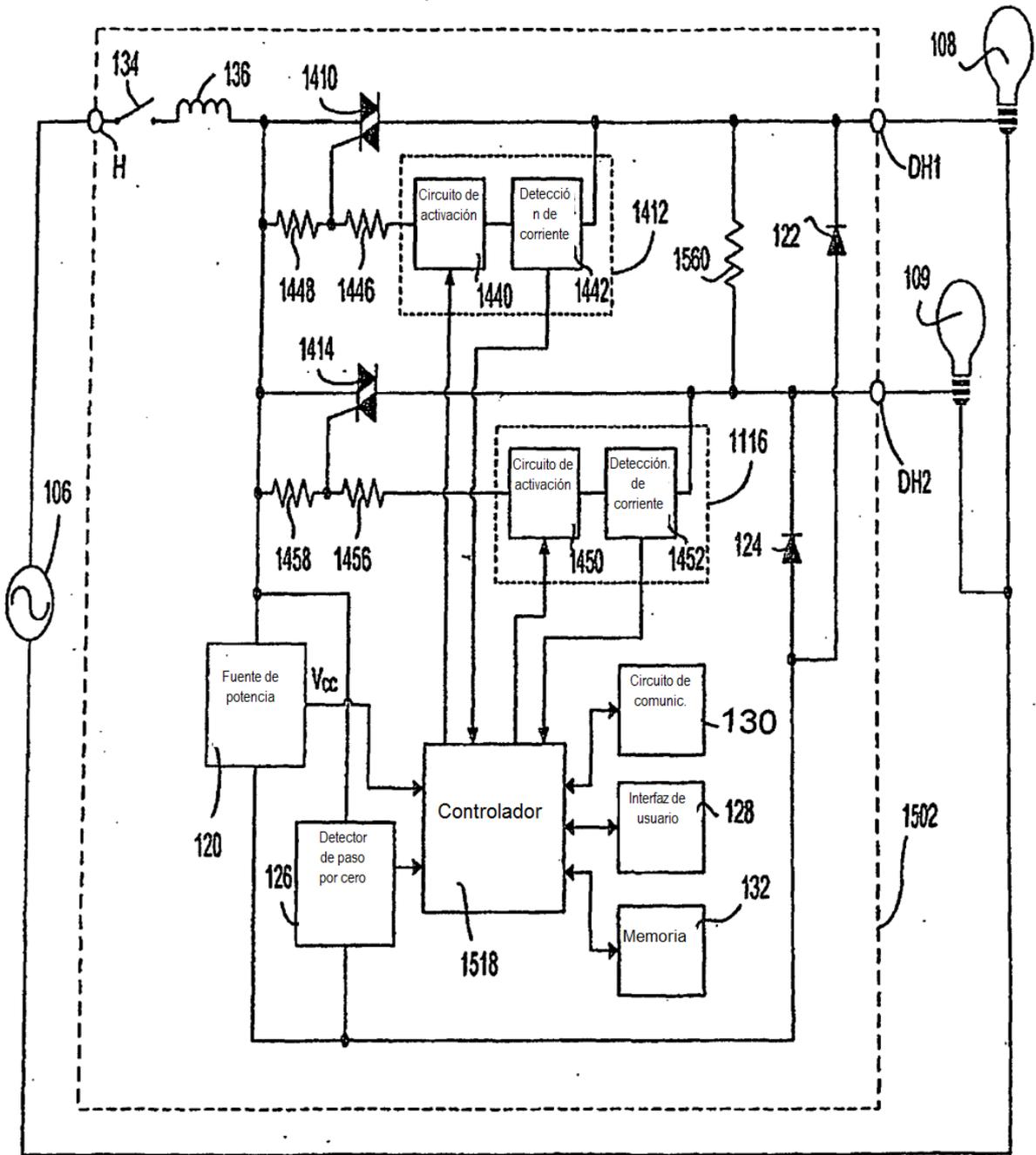


Fig. 15 1500