

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 274**

51 Int. Cl.:

H02H 3/20 (2006.01)

H02H 9/04 (2006.01)

H02H 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2016 E 16157581 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3062409**

54 Título: **Formación de muescas en sobretensión de aumentos eléctricos persistentes**

30 Prioridad:

27.02.2015 US 201514633717

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

15.03.2019

73 Titular/es:

**ELECTRONIC SYSTEMS PROTECTION, INC.
(100.0%)
8001 Knightdale Boulevard, Suite 121
Knightdale, NC 27545, US**

72 Inventor/es:

DAWLEY, ROBERT A.

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 704 274 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

Formación de muescas en sobretensión de aumentos eléctricos persistentes

5 CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente divulgación se refiere a la limitación de la tensión suministrada por sistemas de control y acondicionamiento de corriente.

10 ANTECEDENTES

[0002] Los dispositivos de protección de carga eléctrica están interpuestos eléctricamente entre el equipo de carga eléctrica y el equipo de fuente eléctrica y están diseñados para proteger el equipo de carga de características excepcionales de la electricidad recibida desde el equipo de fuente. Un tipo de dispositivo de protección de carga eléctrica es el supresor de sobretensiones transitorias, que se utiliza para evitar que las elevaciones transitorias de tensión lleguen al equipo de carga. Tal como se usa en el presente documento, una elevación transitoria de corriente o tensión, o simplemente "elevación transitoria", es una condición de sobretensión transitoria de corta duración, por ejemplo, 20-50 μ s. Las técnicas tradicionales de supresión de elevaciones transitorias incluyen la supresión del modo derivación, mediante la cual la energía de la elevación transitoria se deriva a un conductor neutro o de tierra. Ejemplos de dichas técnicas de derivación se describen en la Patente de EE.UU. 5.136.455 con fecha de 4 de agosto de 1992 y titulada "Dispositivo de supresión de interferencia electromagnética" y la Patente de reemisión de EE.UU. RE39.446 con fecha de 26 de diciembre de 2006 y titulada, "Circuito de filtro de alimentación sensible a las condiciones de fallo del sistema de suministro". Otra técnica de supresión de elevaciones transitorias es la supresión en modo serie, mediante la cual la corriente de elevación transitoria se limita y cancela en serie, y se puede mejorar aún más por la absorción de la derivación. Ejemplos de técnicas de supresión de modo en serie se describen en la patente de EE. UU. 6.728.089 con fecha de 27 de abril de 2007 y titulada "Supresor de sobretensiones transitorias para una amplia gama de tensiones de entrada", patente de EE.UU. 6.744.613 con fecha de 1 de junio de 2004 y titulada "Sistema y método para filtrar múltiples características adversas de una fuente de alimentación", patente de EE.UU. 7.184.252 con fecha de 27 de febrero de 2007 y titulada "Protector contra sobretensiones con transformador de entrada" y la patente de EE.UU. 7.511.934 con fecha de 31 de marzo de 2009 y titulada "Sistema y método para el acondicionamiento de una transmisión del suministro de alimentación para el suministro a un circuito de carga".

[0003] El documento CN104134997 A con fecha de 5 de noviembre 2014, describe un controlador unificado de la calidad de la corriente que emplea un conmutador electrónico resonante. El documento US 2011/068849 A1 con fecha del 24 de marzo de 2011 describe un circuito activo monoestable de protección transitoria positiva para una carga capacitiva. El documento CN104280644 A con fecha de 14 de enero de 2015 revela el método de reconocimiento típico de fallos transitorios de un proyecto de transmisión de corriente continua.

[0004] La supresión del modo derivación generalmente conlleva el menor costo y es la opción de tamaño más pequeño, pero permite la exposición del equipo de carga conectado a tensiones residuales de amplitud bastante alta. El costo de implementar la supresión del modo en serie suele ser más alto que el de los supresores del modo derivación y, por lo general, son de mayor tamaño. Sin embargo, los supresores del modo en serie son capaces de limitar la exposición de la carga a tensiones de elevaciones transitorias, a niveles mucho más bajos, por ejemplo, dentro de $\pm 10\%$ de la envolvente de tensión de línea de CA nominal. Un inconveniente común a estas dos tecnologías es que ninguna de ellas proporciona una mitigación adecuada de la sobretensión de CA persistente, a la que se hace referencia aquí como "aumento persistente de tensión".

[0005] Los aumentos persistentes de tensión se caracterizan por su magnitud RMS y duración. Por ejemplo, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 1159 define un aumento persistente de tensión como un incremento en el nivel de tensión de la raíz cuadrada media (RMS) a 110% - 180% del nominal a la frecuencia de corriente para duraciones de $\frac{1}{2}$ ciclo hasta un (1) minuto. Se clasifica como un fenómeno de variación de tensión de corta duración, aunque típicamente es mucho más largo que una elevación transitoria de tensión. El aumento persistente de tensión es básicamente lo opuesto a un hueco o caída de tensión y, aunque los efectos de un hueco de tensión son más notables, los efectos de un aumento persistente de tensión a menudo son más destructivos. Los aumentos persistentes de tensión pueden causar la ruptura de los componentes a través de efectos graduales y acumulativos, y puede causar problemas de control y fallos en el hardware del equipo debido al sobrecalentamiento que podrían ocasionar el cierre. Por lo tanto, están en curso los esfuerzos para desarrollar y / o mejorar las técnicas de mitigación tanto para las elevaciones transitorias de tensión como para los aumentos persistentes de tensión, entre otras condiciones de corriente indeseables.

60 SUMARIO

[0006] El presente concepto inventivo general realiza una tecnología que limita la amplitud de la exposición a la elevación transitoria de tensión del equipo conectado, por debajo de la tecnología tradicional y limita la amplitud de la exposición a la sobretensión persistente del equipo conectado mientras permite que el equipo conectado continúe funcionando.

5

[0007] Para proteger una carga eléctrica conectada de electricidad anómala, un aparato tiene una unidad de detección de condición configurada para distinguir un tipo de evento de corriente entre los tipos de eventos de corriente a partir de las características de una forma de onda de electricidad de entrada aceptada a través de un puerto de entrada. La unidad de detección de condición indica el tipo de evento de corriente cuando un criterio de sobretensión correspondiente se cumple por las características de la forma de onda de la electricidad de entrada. Una unidad de control de corriente genera, en respuesta a un evento de corriente, una señal de modulación que define por lo menos una muesca de amplitud en la forma de onda de la electricidad de entrada de acuerdo con el tipo de evento de corriente. Un mecanismo de conmutación interpuesto eléctricamente entre el puerto de entrada y el puerto de salida transita a estados conductores y no conductores de acuerdo con la señal de modulación para superponer la muesca en la forma de onda de la electricidad de entrada.

10

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0008] Las figuras 1A-1B son diagramas de formas de onda de tensión que ilustran la mitigación de la electricidad anómala mediante realizaciones del presente concepto inventivo general.

20

La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de control y acondicionamiento de corriente mediante el cual se puede realizar el presente concepto inventivo general.

Las figuras 3A-3C son diagramas que ilustran la temporización de muesca conseguida mediante las realizaciones del presente concepto inventivo general.

25

La figura 4 es un diagrama esquemático de un circuito de control y acondicionamiento de corriente mediante el cual se puede realizar el presente concepto inventivo general.

Las figuras 5A-5B son diagramas de bloques esquemáticos de controladores de eventos de corriente ejemplares mediante los cuales se puede realizar el presente concepto inventivo general.

30

La figura 6 es un diagrama de estado de una máquina de estado ejemplar mediante la cual se puede realizar el presente concepto inventivo general.

La figura 7 es un diagrama esquemático de un circuito de mitigación de aumento persistente de tensión mediante el cual se puede realizar el presente concepto inventivo general.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso de control de corriente mediante el cual se puede realizar el presente concepto inventivo general.

35

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES EJEMPLARES

[0009] El presente concepto inventivo se describe mejor a través de ciertas realizaciones del mismo, que se describen en detalle en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares se refieren a características similares en todas partes. Debe entenderse que el término invención, cuando se usa en este documento, pretende connotar el concepto inventivo que subyace a las realizaciones descritas a continuación y no simplemente las realizaciones en sí mismas. Debe entenderse además que el concepto inventivo general no se limita a las realizaciones ilustrativas que se describen a continuación y las siguientes descripciones deben leerse de esta manera.

45

[0010] Adicionalmente, la palabra ejemplar se usa en este documento para significar, "que sirve como ejemplo o ilustración". Cualquier realización de construcción, proceso, diseño, técnica, etc., designada aquí como ejemplar no debe interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras tales realizaciones. No se pretende ni debería deducirse la calidad particular o la aptitud de los ejemplos indicados en este documento como ejemplares.

50

[0011] Las figuras descritas en el presente documento incluyen diagramas de bloques esquemáticos que ilustran varios módulos funcionales para propósitos de descripción y explicación. Dichos diagramas no pretenden servir como esquemas eléctricos y las interconexiones ilustradas son simplemente para representar diversas interoperaciones entre componentes funcionales y / o procesos y no son necesariamente conexiones eléctricas directas entre dichos componentes. Además, la funcionalidad ilustrada y descrita a través de componentes separados no necesita distribuirse como se muestra, y los bloques discretos en los diagramas no pretenden representar componentes eléctricos discretos.

55

[0012] La presente invención puede realizarse para mitigar tanto las condiciones de sobretensión de elevación transitoria como las condiciones de sobretensión de aumento persistente. Para ese fin, las realizaciones pueden incluir circuitos de conmutación capaces de cambiar el estado muy rápidamente, por ejemplo, en el orden de 1µs, y los métodos de control asociados para "formar muescas" en las tensiones transitorias de la electricidad suministrada. La figura 1A ilustra una elevación transitoria de tensión 110 superpuesta en la tensión de entrada V_{IN} . A través de

60

una realización de la presente invención, se establece una muesca de tensión 120 correspondiente en la tensión de salida V_{OUT} en la ubicación en la forma de onda en la que la elevación transitoria 110 se ubicó en el V_{IN} . En la figura 1 se ilustra una mitigación similar de los aumentos persistentes de tensión, en los cuales los picos 130 de V_{IN} exceden un umbral predeterminado $V_{SWLL-TH}$. A través de una realización de la presente invención, se establecen 5 muescas de tensión, ilustradas representativamente por la muesca de tensión 140, en V_{OUT} en cada ubicación de pico dañina.

[0013] La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo ejemplar de acondicionamiento y control de corriente (PCCA) 200 mediante el cual se puede realizar la presente invención. El PCCA 200 ejemplar es 10 un circuito eléctrico que, cuando se interpone eléctricamente entre una fuente eléctrica 10 y un equipo de carga eléctrica 20, puede mejorar la calidad de la corriente y proteger el equipo de carga 20 contra varias condiciones eléctricas excepcionales.

[0014] Debe entenderse que los bloques funcionales de los que se comprende PCCA 200 a modo de ejemplo son 15 conceptuales y no pretenden representar componentes específicos e individuales o límites funcionales rígidos. Es decir, la separación de la funcionalidad de acondicionamiento y control de corriente en los bloques ilustrados en la figura 2 y en otras partes de esta divulgación están previstos únicamente para facilitar una descripción eficiente de las realizaciones ejemplares de la presente invención. De hecho, la funcionalidad de los módulos separados 20 ilustrados en la figura 2 puede combinarse, dividirse y repartirse de otro modo en otros módulos, esencialmente sin limitación. Además, componentes distintos a y / o adicionalmente a los ilustrados y descritos en el presente documento pueden incorporarse en el PCCA 200 u otras realizaciones de la presente invención. Al revisar esta descripción, aquellos expertos en las técnicas de acondicionamiento y control de corriente reconocerán numerosas configuraciones en las que el PCCA 200 puede realizarse.

[0015] El PCCA 200, a modo de ejemplo, comprende una unidad de suministro de corriente 210 acondicionada para 25 CA, o simplemente "unidad de suministro de corriente 210", un mecanismo de conmutación 220, una unidad de detección de condición 230, una unidad de control de conmutación 240 y una unidad de control de corriente 250. En ciertas realizaciones, la unidad de suministro de corriente 210, el mecanismo de conmutación 220, una unidad de detección de condición 230, una unidad de control de conmutación 240 y una unidad de control de corriente 250 30 están dispuestas en un chasis o contenidas dentro de una carcasa, a la que generalmente se hace referencia aquí como carcasa 201. Uno o más puertos de entrada 205 que comprenden unos terminales de entrada 202a-202c pueden disponerse en la carcasa 201 a través de los cuales se acepta la alimentación eléctrica de entrada desde una fuente de alimentación eléctrica, como la fuente de alimentación de CA 10. Además, uno o más puertos de salida 207 que comprenden unos terminales de salida 206a-206c pueden disponerse en la carcasa 201 a través de 35 los cuales se suministra corriente eléctrica de salida al equipo de carga eléctrica 20. Debe entenderse que, aunque el PCCA 200 se describe en este documento como destinado para su uso con sistemas eléctricos de CA, los conceptos inventivos descritos en este documento también podrían aplicarse a los sistemas eléctricos de CC. Además, para fines de explicación, se ha de suponer que el PCCA 200 esté construido o configurado de otra 40 manera para mitigar las condiciones de sobretensión de elevación transitoria y las condiciones de sobretensión de aumento persistente mediante las técnicas de formación de muesca ejemplificadas en este documento.

[0016] La unidad de suministro de corriente 210 del PCCA 200 puede incluir un circuito de supresión de elevaciones 45 transitorias, ilustrado en la figura 2 como etapas de supresión de elevaciones transitorias 212a y 212b, denominadas colectivamente en este documento como supresor de sobretensiones transitorias 212. La etapa de supresión de elevación transitoria 212a proporciona una supresión de elevaciones transitorias inicial y puede construirse a partir de varistores de óxido metálico (MOVs), o MOVs combinados con tubos de descarga de gas o tecnologías en modo serie. La etapa de supresión de elevación transitoria 212b puede proporcionar supresión de elevaciones transitorias 50 secundaria / suplementaria y, además de los componentes de supresión de elevaciones transitorias mencionados anteriormente, puede incluir diodos supresores de tensión transitoria (TVS) y / o rectificador de puente y combinaciones de pinza / palanca de rectificador controlado por silicio (SCR). Debe entenderse que la presente invención puede realizarse sin supresor de sobretensiones transitorias 212.

[0017] La unidad de suministro de corriente 210 puede incluir un filtro eléctrico 215 que comprende un filtro de 55 entrada 215i y un filtro de salida 215o. El filtro de entrada 215i puede ser un filtro de línea de alimentación de CA de interferencia electromagnética / interferencia de radio frecuencia (EMI / RFI) estándar que incluye inductores, obturadores, condensadores y resistencias. El filtro de entrada 215i puede, en virtud de su construcción, introducir un retardo de tiempo en la entrega de corriente de CA al mecanismo de conmutación 220. Dicho retardo permite que el mecanismo de conmutación 220 funcione en un estado apropiado antes de que llegue al mismo la forma de onda eléctrica de sobretensión.

[0018] El filtro de salida 215o también puede incluir inductores, condensadores y resistencias interconectadas para 60 realizar el suavizado de las formas de onda de salida. El filtro de salida 215o también puede proporcionar, entre

otras cosas, una funcionalidad de amortiguador mediante la cual se mejora el impacto de las cargas inductivas sometidas a condiciones de conmutación rápida.

[0019] El mecanismo de conmutación 220 puede comprender circuitos capaces de transiciones de estado rápidas, por ejemplo, del orden de 1µs, y coopera con varios circuitos de soporte y métodos de control descritos a continuación para formar muescas en formas de onda eléctricas. Debe entenderse que mientras el circuito de conmutación 220 se ilustra en la figura 2 como instalado en el conductor de línea, se pueden instalar circuitos alternativos o adicionales en el conductor neutro y / o en otros conductores de línea, por ejemplo, en implementaciones de CA de fase múltiple.

[0020] El mecanismo de conmutación 220 puede comprender uno o más transistores de efecto de campo metal - óxido - semiconductor de corriente (MOSFET) en un componente semiconductor de conmutación 222, debido a su cuerpo de diodo, velocidad de conmutación y facilidad de uso inherentes. Se pueden utilizar otros dispositivos semiconductores de corriente para realizar funciones equivalentes, incluidos los transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) y los tiristores de desactivación de puerta (GTO). El mecanismo de conmutación 220 puede ser un circuito de conmutación híbrido que incluye un componente de conmutación de baipás 224, tal como un relé electromagnético, conectado eléctricamente en paralelo con el componente semiconductor de conmutación 222. Cuando se incorpora, el componente de conmutación de baipás 224 puede accionarse en un estado cerrado, por lo tanto, baipaseando el componente semiconductor de conmutación 222, cuando el PCCA 200 está funcionando bajo condiciones nominales de operación, es decir, donde la electricidad de entrada está libre de elevaciones transitorias y aumentos persistentes. En esta configuración nominal, el componente semiconductor de conmutación 222 puede estar en su estado no conductor, por lo que se suministra corriente eléctrica al equipo de carga 20 completamente a través del componente de conmutación de baipás 224. Cuando se detecta una anomalía entre los terminales de entrada 202a, 202b y / o 202c, el componente semiconductor de conmutación 222 puede ser forzado a su estado conductor y, poco después, el componente de conmutación de baipás 224 puede ser forzado a su estado abierto. Estas acciones colocan el mecanismo de conmutación 220 en un modo o configuración de muesca, es decir, la corriente eléctrica a través del mecanismo de conmutación 220 está controlada únicamente por el circuito semiconductor, que puede operarse a velocidades más altas que el circuito de baipás, por ejemplo, un relé electromagnético. Debe entenderse que el componente de conmutación de baipás 224 no necesita implementarse para lograr beneficios de la presente invención.

[0021] La unidad de detección de condición 230 puede construirse o configurarse de otra manera para monitorear la electricidad de entrada aceptada a través del puerto de entrada 205. La unidad de detección de condición 230 puede configurarse para generar una señal de indicación de condición 272 en respuesta a diversas anomalías y / o características excepcionales presentes en la electricidad de entrada. La señal de indicación de condición 272 se puede proporcionar a una unidad de control de corriente (PCU) 250 para preparar y operar el mecanismo de conmutación 220 en base a la condición indicada por la señal de indicación de condición 272. La PCU 250 puede generar la señal de modulación 274 en la cual se transporta una forma de onda de conmutación. La señal de modulación 274 puede proporcionarse a una unidad de control de conmutación 240 que produce una señal de activación de conmutación 276 mediante la cual el mecanismo de conmutación 220 funciona de acuerdo con la señal de modulación 274.

[0022] La unidad de control de conmutación 240 puede construirse o configurarse de otro modo para impulsar el mecanismo de conmutación 220 a través de transiciones de estado rápidas, por ejemplo, del orden de 1µs. La unidad de control de conmutación 240 puede implementarse como un circuito eléctrico fijo y / o como instrucciones programadas para el procesador ejecutadas por un microprocesador / microcontrolador. En una realización, la unidad de control de conmutación 240 incluye un controlador MOSFET / IGBT aislado ópticamente de alta velocidad y un circuito de soporte asociado capaz de responder a una señal de control a la velocidad de conmutación de 1 µs mencionada anteriormente. En una alternativa, la unidad de control de conmutación 240 se implementa mediante un relé aislado ópticamente, tal como en sistemas para los cuales la velocidad de conmutación de 1 µs no es esencial. Debe entenderse que la presente invención no está limitada a una velocidad de conmutación particular.

[0023] La PCU 250 ejemplar incluye, entre otros posibles componentes de manejo de eventos, una unidad de temporización 253 para, por ejemplo, coordinar la transición del circuito de conmutación 220 con la llegada de la forma de onda de sobretensión, una máquina de estado 255 para, por ejemplo, rastrear varios eventos de electricidad y estados de conmutación, mecanismo de conmutación de condición previa 220 para operación de elevación transitoria o aumento persistente y un modulador 257 para generar la señal de modulación 274 de acuerdo con la información de temporización proporcionada por la unidad de temporización 253 e información de estado proporcionada por la máquina de estado 255. La unidad de temporización 253 de la PCU 250 ejemplar puede ser construida o configurada de otra manera para establecer las características temporales de la muesca en la señal de modulación 274 de tal manera que, para la mitigación de la elevación transitoria, la muesca de amplitud resultante sea temporalmente lo más estrecha posible, es decir, lo suficientemente larga como para abarcar el ancho temporal de la elevación transitoria y el retraso de tiempo a través del filtro de entrada 215i. La máquina de estado 255 puede

construirse o configurarse de otro modo para mantener los estados operacionales de la unidad de control de corriente 250 y para hacer la transición entre dichos estados de acuerdo con la ocurrencia de eventos de corriente que incluyen eventos de sobretensión de elevación transitoria y aumento persistente. La operación de una máquina de estado ejemplar así como la de una unidad de temporización ejemplar se describe con más detalle a
5 continuación.

[0024] Como reconocerán aquellos familiarizados con el control de corriente, el controlador de corriente 250 se puede realizar a través de una amplia variedad de circuitos de procesamiento e interfaz que incluyen, pero no se limita a, circuitos lógicos analógicos y digitales fijos, circuitos convertidores analógico-digital, circuitos convertidores
10 digital-analógico, circuitos lógicos digitales programables, circuitos específicos de aplicaciones, etc., para implementar, entre otros componentes, procesadores de datos generales, procesadores de datos específicos, convertidores y acondicionadores de señales, procesadores de señales analógicas y digitales, etc.

[0025] La operación del PCCA 200 se describirá ahora con referencia adicional a las figuras 3A-3C, referidas
15 colectivamente en este documento como figura 3. La figura 3 representa esquemáticamente varias formas de onda que representan aquellas proporcionadas a y generadas por los circuitos en el PCCA 200. Debe entenderse que las formas de onda de la figura 3 no están dibujadas a escala y ese tamaño relativo entre varias características de forma de onda se ha distorsionado para fines descriptivos.

[0026] Tal y como se ilustra en la figura 3A, una sobretensión 310 llega al PCCA 200 en la tensión de entrada V_{IN} en algún instante en el tiempo t_0 . Si la amplitud y las características espectrales indican que la sobretensión 310 es de hecho una intervención que justifica una sobretensión de elevación transitoria, se puede indicar en la señal de indicación de condición V_{CI} , por ejemplo, mediante un disparador de tensión 320. El disparador de tensión 320 puede activar la unidad de temporización 253 de la PCU 250, que puede preconfigurarse con parámetros de
25 temporización de muesca de acuerdo con los cuales se genera una señal de modulación V_{MOD} . Tal y como se ilustra en la figura 3A, por ejemplo, la señal de modulación V_{MOD} puede disminuir rápidamente, representada por la caída de tensión 332, en respuesta al disparador de tensión 310. Mientras tanto, la unidad de control de conmutación 240 puede preconfigurarse con un umbral de conmutación V_{SW} , de modo que a la relación de caída de tensión 332, la señal de modulación V_{MOD} cruza el umbral de conmutación V_{SW} en un intervalo T_{D-OFF} , momento en el que la unidad
30 de control de conmutación 240 genera la señal de activación de la conmutación V_{DRV} en un estado APAGADO 342, eliminando así la tensión de salida del equipo de carga 20. Poco después, la señal de modulación V_{MOD} puede aumentar a una relación predeterminada, ilustrada por el aumento de tensión 334 en la figura 3A, que puede establecerse mediante, por ejemplo, una constante de tiempo de resistencia-condensador o un tiempo de lapso del temporizador. Cuando la señal de modulación V_{MOD} alcanza el umbral de conmutación V_{SW} después de un intervalo
35 predeterminado T_{D-ON} , la unidad de control de conmutación 240 puede generar la señal de activación de la conmutación V_{DRV} en un estado ENCENDIDO 344, lo que fuerza al mecanismo de conmutación 220 a su estado conductor para proporcionar tensión de salida al equipo de carga 20. De este modo, una muesca 350 se superpone en la tensión de salida V_{OUT} entre el tiempo t_0 y t_1 por la acción temporizada del mecanismo de conmutación 220 y, al hacerlo, evita que la elevación transitoria de tensión 310 llegue al equipo de carga 20.

[0027] El retardo de tiempo introducido en la corriente de elevación transitoria por el filtro de entrada 215i se indica en la figura 3A como T_{D-FLT} . En el PCCA 200 ejemplar, el retraso T_{D-FLT} se fija mediante la reactancia del filtro de entrada 215i. Sin embargo, en ciertas realizaciones, el retardo T_{D-FLT} se puede convertir en una variable del sistema mediante el uso de, por ejemplo, componentes de retardo eléctrico y / o mediante instrucciones programadas en una
45 implementación digital de PCCA 200. El retardo de tiempo T_{D-OFF} y T_{D-ON} pueden ser seleccionados por el usuario o parámetros de temporización configurables, de modo que la elevación transitoria de tensión 310 esté abarcada por una muesca 350 mínimamente estrecha que tenga un tiempo de inicio de muesca T_{D-OFF} y un tiempo de finalización de muesca T_{D-ON} .

[0028] La figura 3B es un diagrama de varias formas de onda ejemplares mediante las cuales se explica la mejora de los aumentos persistentes de tensión. En el tiempo t_0 , una sobretensión, ilustrada a través del pico de tensión 360, puede llegar a la forma de onda de tensión de entrada V_{IN} . La unidad de detección de condición 230 reconoce un aumento persistente de tensión cuando el pico 360 del V_{IN} excede el umbral de sobretensión $V_{SWLL-TH}$. Debe entenderse que $V_{SWLL-TH}$ puede establecerse de tal manera que los cruces individuales de $V_{SWLL-TH}$ por V_{IN} pueden
55 ignorarse con respecto a la formación de muesca en la tensión de salida V_{OUT} , pero estos cruces de $V_{SWLL-TH}$ por V_{IN} prolongados o persistentes pueden forzar a la unidad de control de corriente 250 a realizar una acción de mitigación, es decir, formar una muesca en la tensión de salida en cada pico 360 que cruza $V_{SWLL-TH}$. Sin embargo, en otras realizaciones, una muesca, como la ilustrada en la figura 3B en la muesca 375, puede superponerse en la tensión de salida V_{OUT} para cada pico de sobretensión 360, independientemente de si dicho pico de sobretensión 360 es parte
60 de una tendencia persistente.

[0029] Tal y como se ilustra en la figura 3B, la señal indicadora de condición V_{CI} se eleva a un nivel de indicación de aumento persistente 365 y permanece en ese nivel durante el tiempo durante el cual el pico de tensión 360 supera

$V_{SWLL-TH}$. La señal de modulación V_{MOD} puede caer en respuesta al aumento de la señal indicadora de condición V_{CI} y puede aumentar en respuesta a la caída de la señal indicadora de condición V_{CI} . De una manera similar a la explicada para eventos de elevación transitoria, la caída de la señal de modulación V_{MOD} para cruzar el umbral de conmutación V_{SW} puede forzar a la unidad de control de conmutación 240 a generar la señal de activación de conmutación V_{DRV} a un estado APAGADO 372, eliminando así la tensión de salida del equipo de carga 20. Un posterior aumento de la señal de modulación V_{MOD} puede cruzar el umbral de conmutación V_{SW} para forzar a la unidad de control de conmutación 240 a generar la señal de activación de conmutación V_{DRV} a un estado ENCENDIDO 374, lo que fuerza al mecanismo de conmutación 220 a su estado conductor para proporcionar tensión de salida al equipo de carga 20. Por lo tanto, la muesca 375 se superpone a la tensión de salida V_{OUT} entre el tiempo t_0 y t_n por la acción temporizada del mecanismo de conmutación 220 y, al hacerlo, evita que los picos de sobretensión 360 del aumento de tensión alcancen el equipo de carga 20.

[0030] La figura 3C es un diagrama de varias formas de onda ejemplares mediante las cuales se puede explicar con mayor detalle la mejora de los aumentos persistentes de tensión. Tal como se indicó anteriormente, ciertas realizaciones de la presente invención implementan un componente de conmutación de baipás 224 en el mecanismo de conmutación 220. Por lo general, la trayectoria conductora de la corriente de carga a través del componente de conmutación de baipás 224 es de menor resistencia que la de la trayectoria a través del componente semiconductor de conmutación 222, pero la transición entre estados conductores y no conductores se puede lograr a velocidades mucho más rápidas en el componente semiconductor de conmutación 222 que en el circuito de conmutación de baipás 224. En consecuencia, el mecanismo de conmutación 220 puede "pre-acondicionarse" para operaciones de muesca, tal como abrir el componente de conmutación de baipás 224 en anticipación a transiciones de conmutación rápidas por el componente semiconductor de conmutación 222 para formar las muescas de tensión.

[0031] En una realización, se puede establecer una pluralidad de límites de transición de conmutación 382a-382d mediante, por ejemplo, parámetros de sistema inmutables o mediante variables modificables por el usuario. Tal como se ilustra en la figura 3C, los límites de transición de conmutación 382a-382d, referidos representativamente en este documento como límite o límites de transición de conmutación 382, definen los criterios en el V_{IN} . Las formas de onda de tensión 385a-385c representan mediciones, referidas aquí como V_{SENSE} , de V_{IN} en diferentes momentos, de acuerdo con las cuales el componente de conmutación de baipás 224 y el componente semiconductor de conmutación 222 se operan independientemente. En el ejemplo ilustrado, la tensión de entrada V_{IN} se considera dentro del rango nominal cuando V_{SENSE} no es mayor que la tensión de umbral nominal V_{NOM-TH} , que se corresponde con el límite de transición de conmutación 382b. La forma de onda 385a representa V_{SENSE} que está en el rango nominal. Existe una condición de sobretensión cuando V_{SENSE} excede el umbral de tensión nominal V_{NOM-TH} , tal como se representa por la forma de onda 385b, pero no todas las condiciones de sobretensión requieren la eliminación de la corriente del equipo de carga mediante el componente de conmutación 220. Es decir, cuando se mide la V_{IN} antes de filtrarla y de que se supriman las elevaciones transitorias, algunas condiciones de sobretensión que cumplen el criterio $V_{SENSE} > V_{NOM-TH}$ pueden ser manejadas por otros procesos, como el filtrado mencionado anteriormente por el filtro de entrada 215i, el filtro de salida 215o y la supresión de elevaciones transitorias por el supresor de sobretensiones transitorias 212. Una condición de sobretensión que requiere la intervención mediante el mecanismo de conmutación 220 se refiere aquí como que cumple con una "condición de sobretensión", que se produce en el ejemplo ilustrado cuando $V_{SENSE} \geq V_{SWLL-TH}$. La forma de onda 385c demuestra tal condición de sobretensión.

[0032] Tal como se ilustra en la figura 3C, el componente semiconductor de conmutación 222 puede transitar del estado conductor al no conductor (conmutador abierto) en respuesta al aumento de V_{SENSE} que cumple con $V_{SENSE} \geq V_{SWLL-TH}$ y puede pasar del estado no conductor al conductor (conmutador cerrado) en respuesta a la caída V_{SENSE} cumpliendo o cayendo por debajo del límite de transición de conmutación V_B , que corresponde al límite de transición 382b. El criterio dual realiza la histéresis en la operación del componente semiconductor de conmutación 222; la histéresis se puede realizar de manera similar en el componente de conmutación de baipás 224 a través de la tensión de umbral nominal V_{NOM-TH} y el límite de transición de conmutación V_A , que corresponde al límite de transición 382a. Sin embargo, se pueden colocar otros criterios en las transiciones de estado del componente de conmutación de baipás 224; ciertas implementaciones pueden requerir que el componente de conmutación de baipás 224 permanezca abierto durante varios ciclos de CA, tal como durante una elevación transitoria de tensión.

[0033] La figura 4 es un diagrama esquemático eléctrico de un circuito ejemplar 400 que implementa el PCCA 200 realizado de acuerdo con la presente invención. El PCCA 400 es funcionalmente similar al PCCA 200, pero se ilustra con más detalle con el propósito de extender la explicación de varias características que pueden implementarse en realizaciones de la presente invención. Por consiguiente, se puede considerar que PCCA 400 comprende una unidad de detección de condición 430, mediante la cual la electricidad de entrada se monitorea para detectar anomalías, un mecanismo de conmutación 420, mediante el cual se establece selectivamente la provisión de corriente de salida del equipo de carga (no ilustrado) en función del estado de la electricidad de entrada monitoreada, una unidad de control de conmutación 440, mediante la cual el mecanismo de conmutación 420 se opera en función de la naturaleza de las anomalías particulares detectadas en la electricidad de entrada y una unidad de control de corriente (PCU) 450, mediante la cual se genera una señal adecuada de muesca V_{NOTCH} en un

evento de corriente indicado por la señal indicadora de condición 472. La señal indicadora de condición 472 se ilustra en la figura 4 como proporcionada a la PCU 450 en componentes de señal separados: un componente de señal 472a que proporciona la indicación de eventos de sobretensión de elevación transitoria y un componente de señal 472b que proporciona las indicaciones de eventos de sobretensión de aumento persistente. Debe entenderse que la presente invención no está limitada a formatos físicos y lógicos particulares en los que se genera la señal indicadora de condición 472.

[0034] En ciertas realizaciones, el PCCA 400 incluye un filtro de corriente 415 y un filtro de salida 485. El filtro de corriente 415 puede interponerse eléctricamente entre los conductores de línea y neutro L_{IN} y N_{IN} , respectivamente, a los que se puede conectar una fuente de alimentación eléctrica, y los conductores de línea y neutro L_{CON} y N_{CON} , respectivamente, sobre los cuales se puede proporcionar corriente eléctrica acondicionada. El filtro de corriente 415 puede incluir componentes de filtrado, tal como se describió anteriormente con referencia al filtro de entrada 215i, y componentes de supresión de elevaciones transitorias, como se describió anteriormente con referencia a los circuitos de supresión de elevaciones transitorias 212a-212b. En consecuencia, el filtro de corriente 415 puede impartir un retraso conocido en el suministro de corriente eléctrica. El filtro de salida 485 puede comprender un circuito en paralelo de una resistencia R8 - resistencia R9 / condensador C4 para suavizar la electricidad de salida entre la línea y los conductores neutros L_{OUT} y N_{OUT} . La combinación del condensador C4 y la resistencia R9 forma un circuito amortiguador para atenuar los transitorios de tensión generados cuando se apaga rápidamente una gran carga inductiva.

[0035] La unidad de control de conmutación 440 ejemplar del PCCA 400 comprende un controlador de conmutación 445 que puede ser implementado por un controlador MOSFET / IGBT ópticamente aislado U1. Una fuente de tensión de CC flotante 448 que comprende el transformador X1, el rectificador formado por los diodos D7-D10 y el condensador C5 proporciona potencia de operación para el mecanismo de conmutación 420.

[0036] El mecanismo de conmutación 420 ejemplar comprende un par de MOSFETs de corriente M1 y M2 conectados entre sí en sus fuentes y en sus puertas. El circuito de conmutación 420 se puede forzar a sus respectivos estados conductores y no conductores aplicando la tensión V_{DRV} a través de las puertas conectadas comúnmente por medio del controlador de conmutación 445. Se puede conectar una resistencia R7 a través de las uniones de la puerta y la fuente comúnmente conectadas para amortiguar las oscilaciones debido a la inductancia del cable y la capacitancia de puerta de los MOSFETs M1 y M2. VA1 y VA2 pueden ser MOVs de 600-650 V para proteger los MOSFET M1 y M2 de los transitorios de tensión generados cuando se apaga rápidamente una gran carga inductiva. El diodo Zener ZD2 y el diodo D6 protegen el controlador de conmutación 445.

[0037] La unidad de detección de condición 430 puede comprender un rectificador 435 construido a partir de los diodos D1-D4 por los cuales la tensión de entrada V_{IN} se representa a través de una tensión positiva. La forma de onda de tensión rectificadas V_{SENSE} aparece a lo largo de la resistencia R1 (en relación con la tensión común del rectificador) a lo largo del filtro de suministro del controlador 438, en el sensor de elevación transitoria 432 y en el sensor de aumento persistente 434. El filtro de alimentación del controlador 438 puede implementarse mediante un filtro paso bajo formado por la resistencia R2 y el condensador C1 para proporcionar una tensión de alimentación del controlador V_{DSUP} a través de los terminales V+ y V- de la PCU 450.

[0038] El sensor de elevación transitoria 432 puede implementarse mediante un filtro paso alto formado por la combinación de un condensador C3 y una resistencia R4 para los cuales la banda de paso está bien apartada de la frecuencia nominal de la señal de entrada V_{IN} . De hecho, los valores del condensador C3 y la resistencia R4 pueden seleccionarse para pasar pulsos de una duración máxima predeterminada, que corresponde a las elevaciones transitorias de tensión temporalmente estrechas. La salida del filtro paso alto, es decir, el nodo entre el condensador C3 y la resistencia R4 se puede conectar al terminal ELEVACIÓN TRANSITORIA de la PCU 450. Los eventos de corriente que tienen características de tensión de frecuencia más bajas que las elevaciones transitorias de tensión pueden detectarse mediante el sensor de aumento persistente 434, que puede implementarse por un divisor de tensión formado por unas resistencias R5 y R6. La salida del divisor de tensión, es decir, el nodo entre las resistencias R5 y R6, puede conectarse al terminal AUMENTO PERSISTENTE de la PCU 450.

[0039] En respuesta a la detección de una elevación transitoria de tensión, referida aquí como un "evento de elevación transitoria", la PCU 450 puede forzar al mecanismo de conmutación 420 a una transición rápida entre los estados conductores y no conductores para superponer una muesca de tensión en la electricidad de salida en la ubicación de la elevación transitoria de tensión. En respuesta a la detección de un aumento persistente de tensión, denominado aquí como un "evento de aumento persistente", la PCU 450 puede forzar al mecanismo de conmutación 420 a una transición rápida entre los estados conductores y no conductores para superponer una muesca de tensión en la electricidad de salida en la ubicación de cada pico de tensión en el oleaje donde la electricidad de entrada excede un umbral de sobretensión establecido, por ejemplo, la tensión de umbral $V_{SWLL-TH}$. Aquellos expertos en las técnicas de control reconocerán y apreciarán que la PCU 450 puede implementarse tanto en circuitos analógicos como digitales, ejemplos de los cuales se discuten en detalle a continuación. Por consiguiente, a los fines de la

descripción general, la PCU 450 se ilustra en la figura 4 como un bloque funcional al que se conectan otros circuitos de PCCA 400 a través de los terminales V+, V-, ELEVACIÓN TRANSITORIA, AUMENTO PERSISTENTE, SW+ y SW-. Sin embargo, debe entenderse que las manifestaciones físicas de los terminales mencionados anteriormente no requieren implementar los circuitos de PCU descritos en este documento o los circuitos a los que se conectan los circuitos de PCU.

[0040] La salida del PCU 450, V_{MOD} , se puede proporcionar al controlador de conmutación 445 de la unidad de control de conmutación 440 a través de terminales de control de conmutación SW+ y SW- de la PCU 450. En condiciones nominales, V_{MOD} puede ser proporcionado para al controlador de conmutación 445 a un nivel que supere un umbral "encendido". Por consiguiente, el controlador de conmutación 445 puede ser forzado a su estado activado y, en respuesta, el mecanismo de conmutación 420 es forzado a su estado conductor, proporcionando de este modo corriente eléctrica nominal al equipo de carga conectado. Cuando ocurre un evento de corriente, la PCU 450 puede forzar la tensión V_{MOD} por debajo de un umbral de "apagado" y, en consecuencia, el controlador de conmutación 445 puede ser forzado a su estado de apagado. En respuesta, el mecanismo de conmutación 420 puede ser forzado a su estado no conductor, evitando de ese modo que la sobretensión pase al equipo de carga.

[0041] La PCCA 400 se ha descrito con respecto a los transitorios de modo normal o diferencial que se producen entre la línea y los conductores neutros; sin embargo, debe entenderse que los transitorios de modo común pueden mejorarse utilizando los conceptos inventivos descritos aquí mediante un acoplamiento eléctrico adecuado a un conductor de tierra, como reconocerán y apreciarán los expertos en las técnicas de diseño eléctrico.

[0042] Las figuras 5A-5B son diagramas esquemáticos de unidades de control de corriente (PCU) 550a y 550b ejemplares, respectivamente, que pueden incorporarse en realizaciones de la presente invención, por ejemplo, como PCU 450 en PCCA 400. Para los fines de la descripción, PCUs 550a y 550b representativamente referidos aquí como la PCU(s) 550, se ilustran con los terminales V+, V-, SW+, SW-, ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE que corresponden a los terminales V+, V-, SW+, SW-, ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE de la PCU 450 en la figura 4.

[0043] La PCU 550a puede incorporarse en el PCCA 400 conectando los terminales V+, V-, SW+, SW-, ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE como terminales V+, V-, SW+, SW-, ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE, respectivamente, de PCU 450. Cuando esté conectado, la tensión VDSUP se proporciona a través del temporizador de muesca 515 que comprende la resistencia R11 y el condensador C11. En condiciones nominales y de estado estable, la caída de tensión en la resistencia R11 produce V_{MOD} a través de los terminales de control de conmutación SW+ y SW-, que fuerza al controlador de conmutación 445 conectado a su estado de ENCENDIDO. Como se ilustra en la figura 5A, los desviadores de corriente 520 y 530 se conectan comúnmente al nodo de salida 517, de modo que V_{MOD} también se aplica a través de los terminales de drenaje y fuente de los MOSFETs M11 y M12, respectivamente. Las puertas de los MOSFET M11 y M12 pueden conectarse eléctricamente a los terminales ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE, respectivamente. El diodo Zener ZD11 y el diodo D11 se pueden conectar a través de la unión puerta-fuente del MOSFET M11 para proteger el dispositivo de las elevaciones transitorias de alta tensión.

[0044] Al producirse un evento de elevación transitoria, es decir, cuando la señal en el terminal ELEVACIÓN TRANSITORIA pasa a nivel alto, la corriente se desvía del nodo de salida 517 a través del desviador de corriente 520 en una cantidad suficiente como para disminuir el V_{MOD} por debajo del umbral de ON, lo que fuerza al controlador 445 a su estado apagado. La elevación transitoria de tensión, que tiene suficiente amplitud y características espectrales, pasa a través del filtro paso alto del sensor de elevación transitoria 432 y afirma momentáneamente un estado conductor en el MOSFET M11 del desviador de corriente 520. De este modo el condensador C11 se descarga a través de la resistencia de la fuente de drenaje del MOSFET M11 que se representa como caída de tensión 332 en la figura 3A. Una vez que la tensión a través de R4 del sensor de elevación transitoria 432 cae por debajo de la tensión de umbral del MOSFET M11, el MOSFET M11 pasa a su estado no conductor, momento en el cual el condensador C11 comienza a cargarse a través de la resistencia R11. A medida que se carga el condensador C11, la tensión V_{MOD} aumenta de acuerdo con la constante de tiempo $R11 * C11$, como se ilustra en el aumento de tensión 334 en la figura 3A.

[0045] El tiempo de retardo T_{D-OFF} , es decir, el tiempo entre el evento de elevación transitoria y la transición de mecanismo de conmutación 420 a su estado no conductor depende del tiempo en el que V_{MOD} cae por debajo de V_{SW} , es decir, el nivel de tensión en el que el LED en el conmutador de conmutación 445 cambia entre estados emisores y no emisores. En respuesta, el controlador de conmutación 445 se puede forzar a su estado de apagado, que a su vez depende de la constante de tiempo $R_{M11-ON} * C11$, donde R_{M11-ON} es la resistencia de entrada del MOSFET M11 cuando está en su estado de conducción. El retardo de tiempo T_{D-ON} , es decir, el tiempo entre el evento de elevación transitoria y la transición del mecanismo de conmutación 420 a su estado conductor depende del tiempo en el que V_{MOD} cruza V_{SW} y, por lo tanto, fuerza al controlador 445 a su estado de encendido, que a su vez depende de la constante de tiempo $R11 * C11$.

[0046] Al producirse una ocurrencia de un evento de aumento persistente, es decir, cuando la señal en el terminal AUMENTO PERSISTENTE pasa a nivel alto, la corriente se desvía del nodo de salida 517 a través del desviador de corriente 530 en una cantidad suficiente para disminuir V_{MOD} por debajo del umbral ENCENDIDO forzando de este modo al controlador de conmutación 445 a su estado APAGADO. Por ejemplo, el divisor de tensión de R5 y R6 del sensor de aumento persistente 434 puede construirse para polarizar MOSFET M12 en el umbral $V_{SWLL-TH}$. Cuando se configura de esta manera, el MOSFET M12 está en su estado activado durante el tiempo durante el cual los picos de tensión exceden $V_{SWLL-TH}$, como se describe en referencia a la figura 3B. Durante un intervalo correspondiente, la corriente se extrae del nodo de salida 517 a través del MOSFET M12 del desviador de corriente 530. Cuando $V_{MOD} \geq V_{SW}$, la salida V_{DRV} del controlador de conmutación 445 está en su estado activado para forzar al mecanismo de conmutación 420 a su estado de conducción. A la inversa, cuando $V_{MOD} < V_{SW}$, la tensión V_{DRV} está en su estado desactivado para forzar al mecanismo de conmutación 420 a su estado no conductor. La figura 5B es un diagrama de bloques esquemático de otro controlador de eventos ejemplar 550b. La PCU 550b puede incorporarse en el PCCA 400 conectando los terminales V+, V-, SW+, SW-, ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE como terminales V+, V-, SW+, SW-, ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE respectivamente, de la PCU 450 en la figura 4. La PCU 550b puede incluir un procesador 560 acoplado comunicativamente a la memoria 565. La memoria 565 puede construirse o configurarse de otra manera para almacenar tanto datos como código, es decir, instrucciones programadas del procesador que, cuando son ejecutadas por el procesador 560, realizan las funciones de manejo de eventos de corriente que se describen aquí. Para ello, la PCU 550b puede comprender circuitos de entrada / salida 552, ilustrados en forma representativa por el circuito de entrada 552i y el circuito de salida 552o, acoplados eléctricamente a los circuitos del convertidor analógico-digital (ADC) 562 y el circuito del convertidor digital-analógico (DAC) 564.

[0047] La PCU 550b puede incluir una fuente de alimentación 555 para producir corriente de operación para los circuitos analógicos y digitales de la misma. La fuente de alimentación 555 puede ser de construcción convencional y reemplaza la necesidad de una tensión de suministro del controlador V_{DSUP} : la señal de modulación en los terminales SW+ y SW- puede ser generada por DAC 564 bajo el control del procesador 560. Las señales indicadoras de condición en los terminales ELEVACIÓN TRANSITORIA y AUMENTO PERSISTENTE pueden ser convertidas a valores numéricos por ADC 562 y utilizados por el procesador 560 para tomar decisiones sobre eventos de corriente y operar el mecanismo de conmutación 420 en consecuencia.

[0048] La figura 6 es un diagrama de estado ilustrativo de una máquina de estado 600. Según convenciones bien conocidas, el diagrama de estado para la máquina de estado 600 es un gráfico dirigido en el que los nodos circulares representan estados y los bordes del arco dirigido representan eventos en respuesta a los cuales ocurren las transiciones de estado. La máquina de estado 600 opera bajo condiciones ubicadas en una o más variables de proceso que pueden incluir variables de proceso de medición, como V_{SENSE} , la medición de tensión de entrada, F (V_{SENSE}), el contenido de frecuencia de la tensión de entrada, y t, el tiempo actual o transcurrido. La máquina de estado 600 puede realizarse procesando recursos en el procesador 560, como para detectar eventos y forzando transiciones de estado asociadas, y recursos de almacenamiento en la memoria 565, como para el almacenamiento de estados y variables de proceso. Para los fines de la descripción sucinta, se representa y describe un número mínimo de variables de proceso, estados y eventos con referencia a la figura 6; al revisar esta descripción, los expertos en la técnica reconocerán y apreciarán cómo un mayor número de estados, variables de proceso, eventos, señales, etc., pueden incorporarse a las realizaciones de la invención.

[0049] La máquina de estado ejemplar 600 se crea una instancia en un estado inicial 610 en el que el PCCA 200 se inicializa. La inicialización puede incluir colocar el mecanismo de conmutación 220 en un estado predeterminado, por ejemplo, el componente de conmutación de derivación 224 en su estado cerrado y la componente de conmutación de semiconductor 222 en su estado no conductor. Un evento inicializado 612 puede ocurrir al completar dicha inicialización, en respuesta a la cual se fuerza a la máquina de estado 600 ejemplar al estado de ejecución 615. El estado de ejecución 615 representa el estado en el que el PCCA 200 ejecuta su bucle de ejecución de procesamiento primario que incluye, entre otras cosas, monitoreo de varias variables de proceso y transiciones de estado convincentes en respuesta a eventos de proceso. Se puede salir de dicho bucle de ejecución a través de un evento de finalización 616, como la emisión por parte del usuario de un comando "salir" o similar, en respuesta al cual la máquina de estado 600 pasa al estado terminal 620.

[0050] En ciertas realizaciones, el controlador de corriente 250 puede monitorear las características de la tensión de entrada (y / u otros procesos y señales) a través de las variables de proceso V_{SENSE} y F (V_{SENSE}) y un evento nominal 614 puede ocurrir en respuesta a la tensión y la frecuencia de la corriente de entrada suministrada, dentro de un rango nominal predefinido. La máquina de estado 600 puede configurarse para permanecer en el estado de ejecución 615 en respuesta a cada evento nominal 614. A los fines de la descripción, un número de límites de transición de estado en la tensión de entrada, tales como los descritos con referencia a la figura 3C, se puede definir: $V_A \leq V_{NOM-TH} < V_B \leq V_{SWLL-TH}$, donde V_{NOM-TH} es un nivel de sobretensión establecido en el límite superior del rango de tensión de entrada nominal y $V_{SWLL-TH}$ es un nivel de sobretensión establecido en el umbral de aumento

persistente de tensión es decir, la tensión a la cual el deterioro o daño del equipo puede resultar de una elevación de tensión.

[0051] La máquina de estado 600 puede pasar a un estado de muesca 630 en respuesta a un evento de
 5 sobretensión 617, que ocurre cuando $V_{SENSE} > V_{NOM-TH}$. Mientras que en el estado de muesca 630, la unidad de control de corriente 250 puede forzar el componente de conmutación de baipás 224 a su estado abierto, de manera que la corriente de carga se controla únicamente a través del componente semiconductor de conmutación 222. Desde el estado de muesca 630, la máquina de estado 600 puede pasar a un estado no conductor 640 en respuesta al evento de mitigación de sobretensión 632a, que ocurre cuando $F(V_{SENSE}) \geq f_{SURGE}$ Y $t = t_0 + T_{D-OFF}$, o el evento de
 10 mitigación de sobretensión de aumento persistente 632b, ocurre cuando $F(V_{SENSE}) < f_{SURGE}$ Y $V_{SENSE} \geq V_{SWLL-TH}$.

[0052] En estado no conductor 640, el componente semiconductor de conmutación 222 puede ser accionado a su estado no conductor en el que se elimina la alimentación eléctrica del equipo de carga 20. El componente semiconductor de conmutación 222 puede ser devuelto a su estado de conducción a fin de restablecer
 15 la alimentación eléctrica al equipo de carga 20 cuando la máquina de estado 600 pasa al estado de conducción 645 en respuesta a cualquiera de los eventos de restauración 642a o 642b. El evento de restauración de elevación transitoria 642a ocurre cuando $F(V_{SENSE}) \geq f_{SURGE}$ (es decir, un evento de elevación transitoria) Y $t = t_0 + T_{D-ON}$, es decir, después de un tiempo de retardo T_{D-ON} medido desde el momento en que se detectó la elevación transitoria de tensión. El evento de restauración de aumento persistente 642b puede ocurrir cuando $F(V_{SENSE}) < f_{SURGE}$ (es decir,
 20 un evento sin elevación transitoria) Y $V_{SENSE} < V_B$.

[0053] Cuando el controlador de corriente 250 determina que las condiciones de elevación transitoria y aumento persistente se han eliminado, se puede producir un evento de eliminación 649, por ejemplo, V_{SENSE} cae por debajo de umbral de tensión V_A . En respuesta al evento de eliminación 649, la máquina de estado 600 puede pasar a un
 25 estado de baipás 635 en el que el componente de conmutación de baipás 224 está cerrado. En ciertas realizaciones, el componente semiconductor de conmutación 222 se fuerza a su estado no conductor una vez que componente de conmutación de baipás 224 se ha cerrado. Cuando el mecanismo de conmutación 220 ha sido configurado de esta forma para operación de tensión nominal, puede ocurrir un evento de retorno 619 en respuesta al cual la máquina de estado 600 puede pasar al estado de ejecución 615.
 30

[0054] Se ha de entender que lo anterior es simplemente un ejemplo de una implementación de la máquina de estado de la PCU 250 y se proporcionan para los propósitos de explicación y no de limitación. Los expertos en la técnica pueden reconocer numerosas alternativas, incluidas otras configuraciones de máquina de estado que pueden implementarse en realizaciones de la invención. En una realización alternativa de este tipo, en la que el
 35 mecanismo de conmutación 220 excluye el componente de conmutación de baipás 224, la máquina de estado 600 puede no implementar el estado de baipás 635 o el estado de muesca 630.

[0055] La figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de otra realización 700 de la presente invención mediante la cual se puede mitigar la sobretensión persistente. El mecanismo de conmutación 720 puede comprender un par de MOSFETs de corriente M21 y M22 conectados entre sí en sus fuentes y en sus puertas. El mecanismo de conmutación 720 también puede incluir un componente de conmutación de baipás (no ilustrado) tal como se describió anteriormente. La fuente de alimentación 780 que comprende el transformador X21, el diodo D26, el condensador C21 y las resistencias R22 y R23 proporciona una tensión de activación fuente - puerta para los MOSFETs M21 y M22 del mecanismo de conmutación 720. La salida del rectificador 735, construida a partir de los
 45 diodos D21-D24, está conectada a un sensor de aumento persistente 760 que comprende el diodo Zener ZD21, el diodo D25 y la resistencia R21, que se pueden conectar eléctricamente en serie con un relé MOS aislado ópticamente UH1.

[0056] Durante el funcionamiento nominal donde V_{SENSE} está dentro de la tolerancia, MOSFETs M21 y M22 están en
 50 sus respectivos estados conductores. Tras la detección de una condición de sobretensión, los MOSFETs M21 y M22 son forzados a sus respectivos estados no conductores. El diodo Zener ZD21 del sensor de aumento persistente 760, que se ha seleccionado para establecer un umbral predeterminado, conduce a aquellas partes de la forma de onda de CA que exceden ese umbral para hacer que el LED en UH1 emita luz. El relé UH1 puede configurarse como un desviador de corriente y, en respuesta a su luz emisora de LED, desvía la corriente de las uniones de
 55 fuente-puerta de ambos MOSFETs M21 y M22, forzando a ambos transistores a sus respectivos estados no conductores.

[0057] La figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso de control de corriente 800 mediante el cual se puede realizar la presente invención. El proceso de control de corriente 800 puede implementarse mediante circuitos eléctricos y / o electrónicos, como se describe anteriormente, o según las instrucciones para el procesador debidamente programadas que se ejecutan en un procesador, por ejemplo, un microcontrolador y / o microprocesador. En la operación 805, se monitorea la tensión de entrada V_{IN} y, en la operación 810, la tensión de entrada monitoreada se evalúa para una condición de sobretensión. Si se determina que existe una condición de
 60

sobretensión, el proceso 800 puede pasar a la operación 815, mediante la cual el circuito de conmutación híbrido, si se está utilizando, se prepara para operaciones de muesca. Por ejemplo, en una realización donde el conmutador híbrido comprende un relé de baipás electromagnético a través de un circuito semiconductor de conmutación, los circuitos semiconductores de conmutación pueden ser forzados a su estado de conducción y el relé electromagnético puede forzarse a su estado abierto. Sin embargo, debe entenderse que la operación 815 puede omitirse o reemplazarse con una operación de configuración de conmutación adecuada para la arquitectura de conmutación utilizada.

[0058] En la operación 820, se determina si el contenido de frecuencia de la electricidad de entrada $F(V_{\text{SENSE}})$ es mayor que un umbral de frecuencia predeterminado f_{SURGE} , por ejemplo, mediante el uso de un filtro paso alto analógico o digital. Si se afirma que $F(V_{\text{SENSE}}) \geq f_{\text{SURGE}}$, en la operación 825 se determina si la amplitud de V_{SENSE} , $|V_{\text{SENSE}}|$, es mayor que un umbral de activación establecido para el disparo de elevación transitoria, $V_{\text{SRG-TH}}$. En respuesta a tal ocurrencia, el proceso 800 puede hacer la transición a la operación 830 mediante la cual puede iniciarse un temporizador de muesca, que puede lograrse, por ejemplo, mediante un circuito de retardo de resistencia-condensador como se describe anteriormente. Alternativamente, esto se puede lograr a través de un contador o circuito temporizador configurable por el procesador. En la operación 835, el circuito de conmutación puede ser forzado a su estado no conductor. En la operación 840, se determina si el temporizador de muesca ha expirado. Una vez que esto ocurre, el circuito de conmutación puede ser forzado a su estado de conducción en la operación 845 y, en la operación 850, el circuito de conmutación híbrido puede liberarse de las operaciones de muesca, por ejemplo, el relé de baipás puede cerrarse y el circuito de conmutación de semiconductor puede ser forzado a su estado no conductor.

[0059] Si, en la operación 820, se determina que $F(V_{\text{SENSE}}) < f_{\text{SURGE}}$, el proceso 800 puede pasar a la operación 865, mediante la cual se determina si la amplitud $|V_{\text{SENSE}}|$ es mayor que un umbral de activación establecido para la activación de aumento persistente, $V_{\text{SWLL-TH}}$. En respuesta a tal ocurrencia, el proceso 800 puede pasar a la operación 835 mediante la cual el circuito de conmutación puede ser forzado a su estado no conductor. En la operación 870, se determina si la amplitud $|V_{\text{SENSE}}|$ ha caído por debajo del umbral $V_{\text{SWLL-TH}}$. Una vez que esto ocurre, el circuito de conmutación puede ser forzado a su estado conductor en la operación 845. El proceso 800 puede entonces pasar a la operación 850 mediante la cual el circuito de conmutación híbrido puede liberarse de las operaciones de muesca, por ejemplo, el relé de baipás puede cerrarse y el circuito semiconductor de conmutación puede ser forzado a su estado no conductor.

[0060] Habiendo descrito formas de realización preferidas nuevas y mejoradas de técnicas de acondicionamiento y control centradas en la corriente, se cree que otras modificaciones, variaciones y cambios se sugerirán a los expertos en la técnica en vista de las enseñanzas establecidas en este documento. Por lo tanto, debe entenderse que todas estas variaciones, modificaciones y cambios se consideran dentro del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Aunque los términos específicos se emplean en este documento, se usan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines limitativos.

40

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (200, 400) para proteger una carga eléctrica conectada a un puerto de salida del mismo, de electricidad anómala aceptada a través de un puerto de entrada del mismo, desde un suministro de electricidad,
 5 caracterizado por el hecho de que el aparato (200, 400) comprende:
 una unidad de detección de condición (230, 430) configurada para distinguir un tipo de evento de corriente de entre una pluralidad de tipos de eventos de corriente a partir de las características de una forma de onda de electricidad de entrada aceptada a través del puerto de entrada, la unidad de detección de condición indica el tipo de evento de corriente cuando se cumple un correspondiente criterio de sobretensión por las características de la forma de onda
 10 de la electricidad de entrada;
 una unidad de control de corriente (250, 450) configurada para generar, en respuesta a un evento de corriente, una señal de modulación que define por lo menos una muesca de amplitud en la forma de onda de la electricidad de entrada de acuerdo con el tipo de evento de corriente; y
 un mecanismo de conmutación (220, 420) interpuesto eléctricamente entre el puerto de entrada y el puerto de salida
 15 y que está configurado para la transición a estados conductores y no conductores de acuerdo con la señal de modulación para superponer de ese modo la muesca en la forma de onda de la electricidad de entrada;
 un circuito de retardo (215i, 415) interpuesto eléctricamente entre los terminales de entrada y el mecanismo de conmutación y que está configurado para impartir un retardo temporal predeterminado en el suministro de corriente desde el terminal de entrada al mecanismo de conmutación, antes de llegar una forma de onda eléctrica de
 20 sobretensión a dicho mecanismo de conmutación.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad de detección de condición distingue los tipos de eventos de corriente uno de otro a partir de las características de frecuencia de la forma de onda de la electricidad de entrada.
- 25 3. El aparato de la reivindicación 2, en el que los tipos de eventos de corriente que se distinguen por la unidad de detección de condición incluyen una elevación transitoria de tensión y un aumento persistente de tensión.
4. El aparato de la reivindicación 3, en el que la unidad de detección de estado comprende un filtro de paso alto configurado para distinguir la elevación transitoria de tensión del aumento persistente de tensión.
 30
5. El aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad de control de corriente genera la señal de modulación de acuerdo con los parámetros de muesca asociados con cada uno de los tipos de eventos de corriente, los parámetros de muesca incluyen un tiempo de inicio de muesca y un tiempo de finalización de muesca.
- 35 6. El aparato de la reivindicación 5, que comprende además:
 una unidad de temporización (253) para establecer, en la señal de modulación para uno de los tipos de evento de corriente, el tiempo de finalización de la muesca en relación con el tiempo de evento del evento de corriente.
7. Aparato según la reivindicación 6, que comprende además:
 40 un detector de umbral que establece el tiempo de finalización de la muesca para otro de los tipos de eventos de corriente como respuesta a una condición de umbral de tensión que cumple la electricidad de entrada.
8. El aparato de la reivindicación 3, en el que el retardo temporal impartido por el circuito de retardo se incluye en el tiempo de inicio de la muesca.
 45
9. El aparato de la reivindicación 8, en el que el circuito de retardo es un filtro de entrada eléctrica.
10. Un método de control de corriente caracterizado porque comprende los pasos de:
 proteger una carga eléctrica conectada a un puerto de salida del mismo de la electricidad anómala aceptada a través de un puerto de entrada del mismo desde un suministro de electricidad, comprendiendo el aparato:
 50 distinguir un tipo de evento de corriente de entre una pluralidad de tipos de eventos de corriente a partir de las características de una forma de onda de electricidad de entrada aceptada a través de un puerto de entrada conectado a un suministro de electricidad, un evento de sobretensión del tipo de evento de corriente que ocurre cuando se cumple un criterio de sobretensión correspondiente por las características de la forma de onda de la
 55 electricidad de entrada;
 generar, en respuesta al evento de sobretensión, una señal de modulación que define por lo menos una muesca de amplitud en la forma de onda de la electricidad de entrada de acuerdo con el tipo de evento de corriente; y
 forzar a un mecanismo de conmutación interpuesto eléctricamente entre el puerto de entrada y un puerto de salida conectado a una carga eléctrica, a pasar a estados conductores y no conductores de acuerdo con la señal de
 60 modulación para superponer de ese modo la muesca en la forma de onda de la electricidad de entrada; e
 impartir un retardo temporal predeterminado, en el suministro de corriente desde el terminal de entrada al mecanismo de conmutación, antes de llegar una forma de onda eléctrica de sobretensión en dicho mecanismo de conmutación.

11. El método de la reivindicación 10, en el que distinguir el tipo de evento de corriente comprende además: distinguir los tipos de eventos de corriente uno de otro a partir de las características de frecuencia de la forma de onda de la electricidad de entrada.

5

12. El método de la reivindicación 11, en el que distinguir el tipo de evento de corriente comprende además: distinguir una elevación transitoria de tensión de un aumento persistente de tensión a partir de las características de frecuencia de la forma de onda de la electricidad de entrada.

10 13. El método de la reivindicación 10, en el que una unidad de control de corriente genera la señal de modulación según los parámetros de muesca asociados con cada uno de los tipos de eventos de corriente, los parámetros de muesca incluyen un tiempo de inicio de muesca y un tiempo de finalización de muesca.

14. El método de la reivindicación 13, que comprende además:

15 establecer, en la señal de modulación para uno de los tipos de evento de corriente, el tiempo de finalización de la muesca en relación con un tiempo de evento del evento de sobretensión.

15. El método de la reivindicación 14, que comprende además:

20 establecer el tiempo de finalización de la muesca para otro de los tipos de eventos como respuesta a una condición de umbral de tensión que cumple la electricidad de entrada.

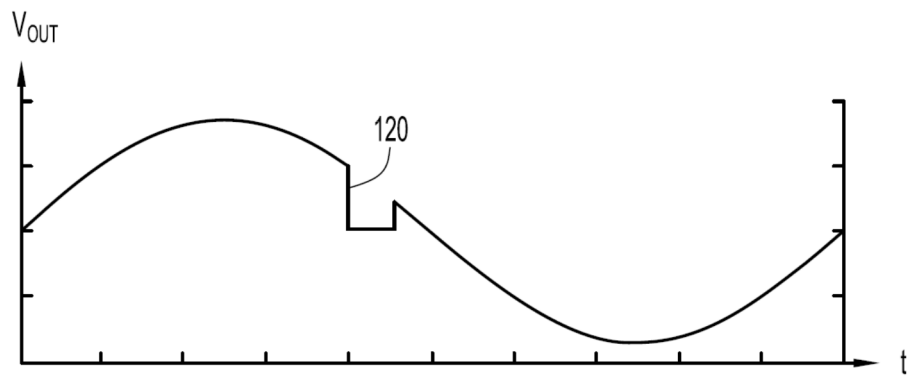
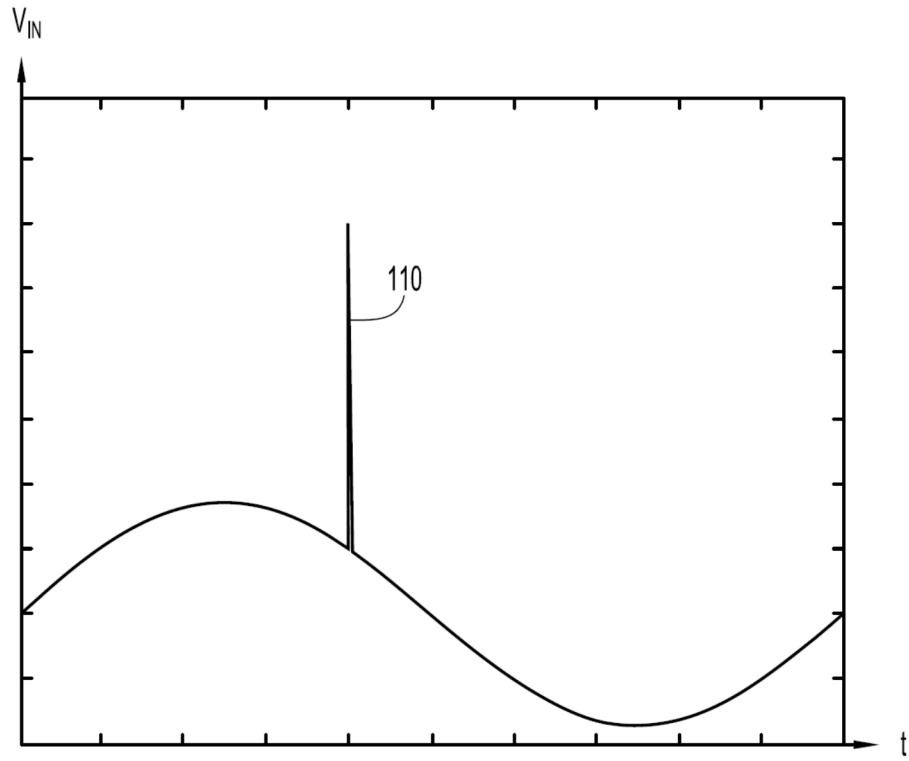


FIG.1A

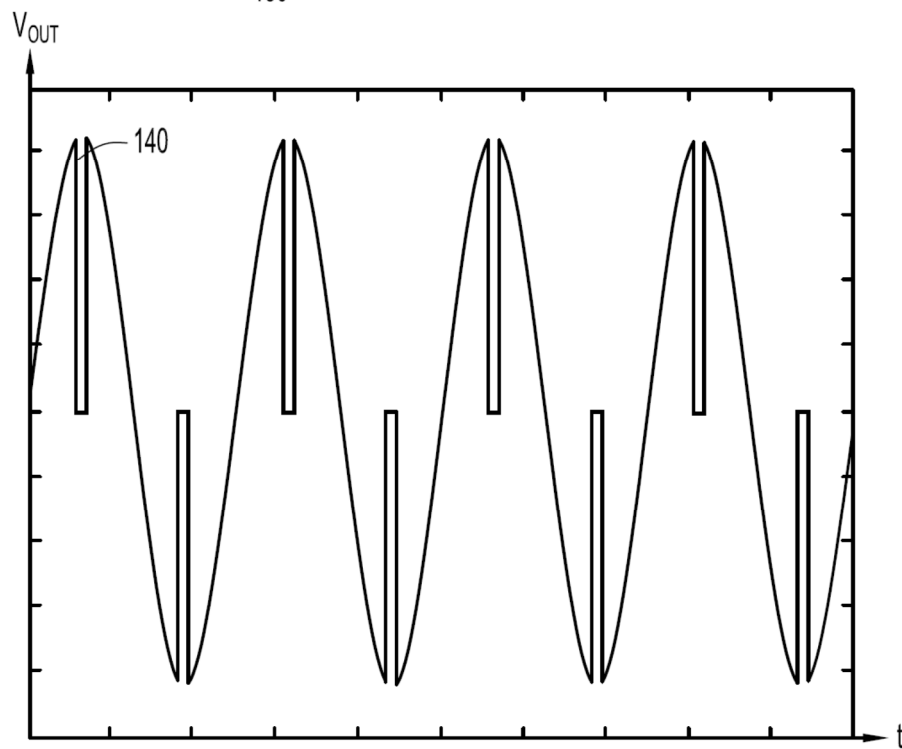
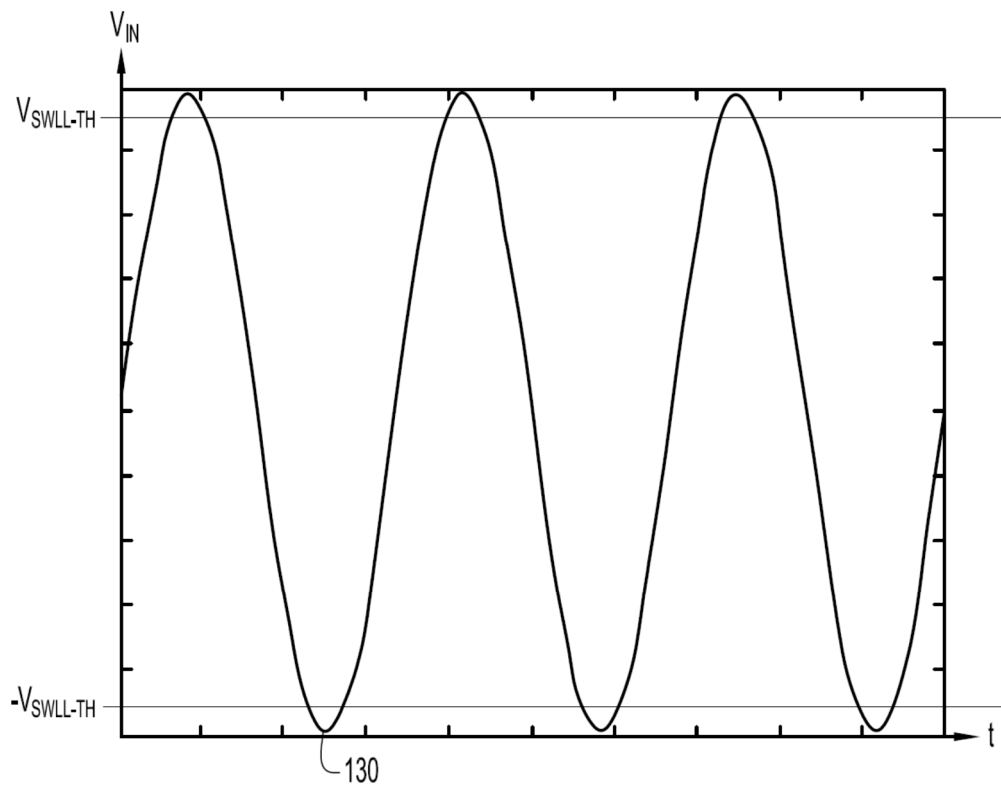


FIG.1B

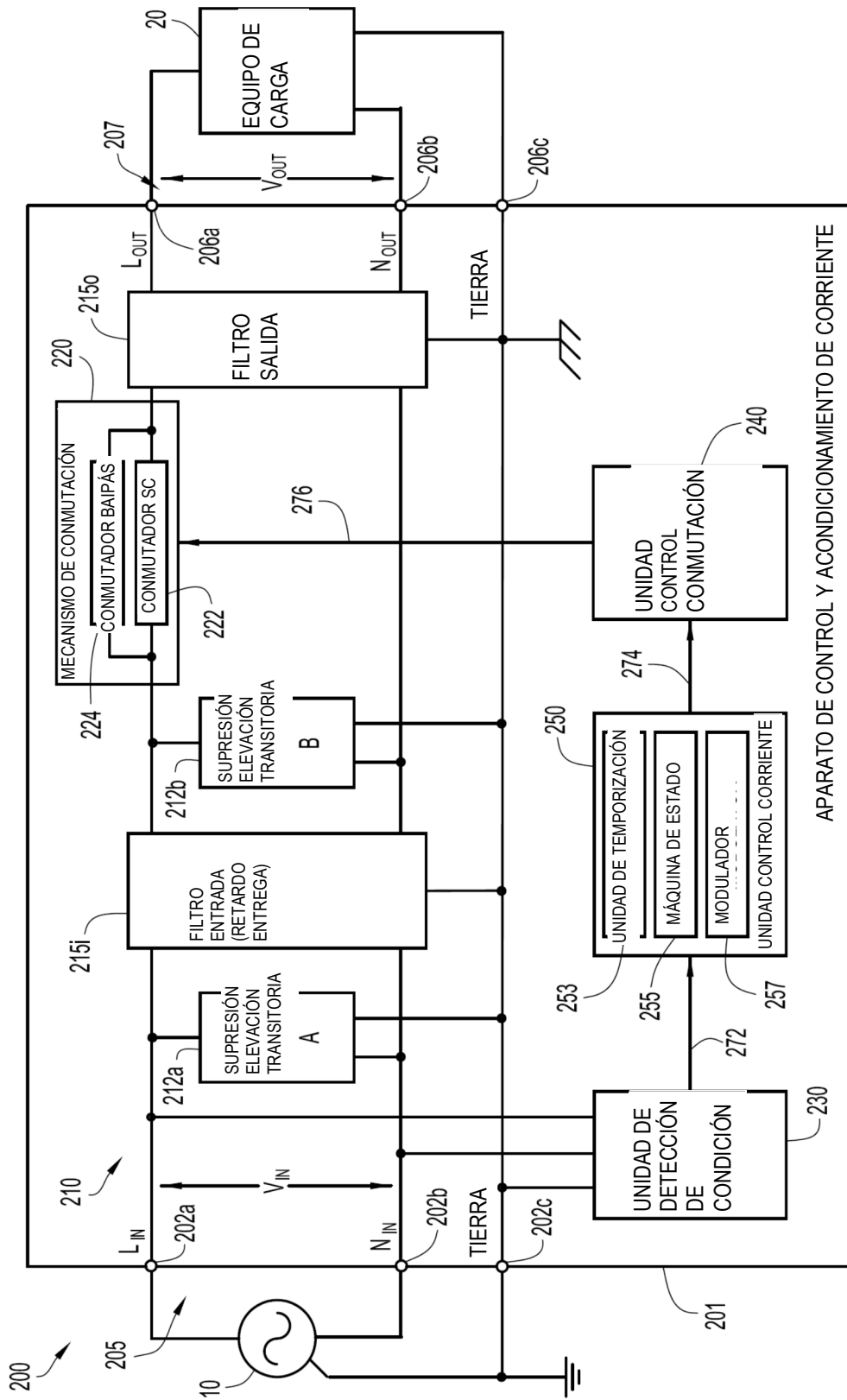


FIG.2

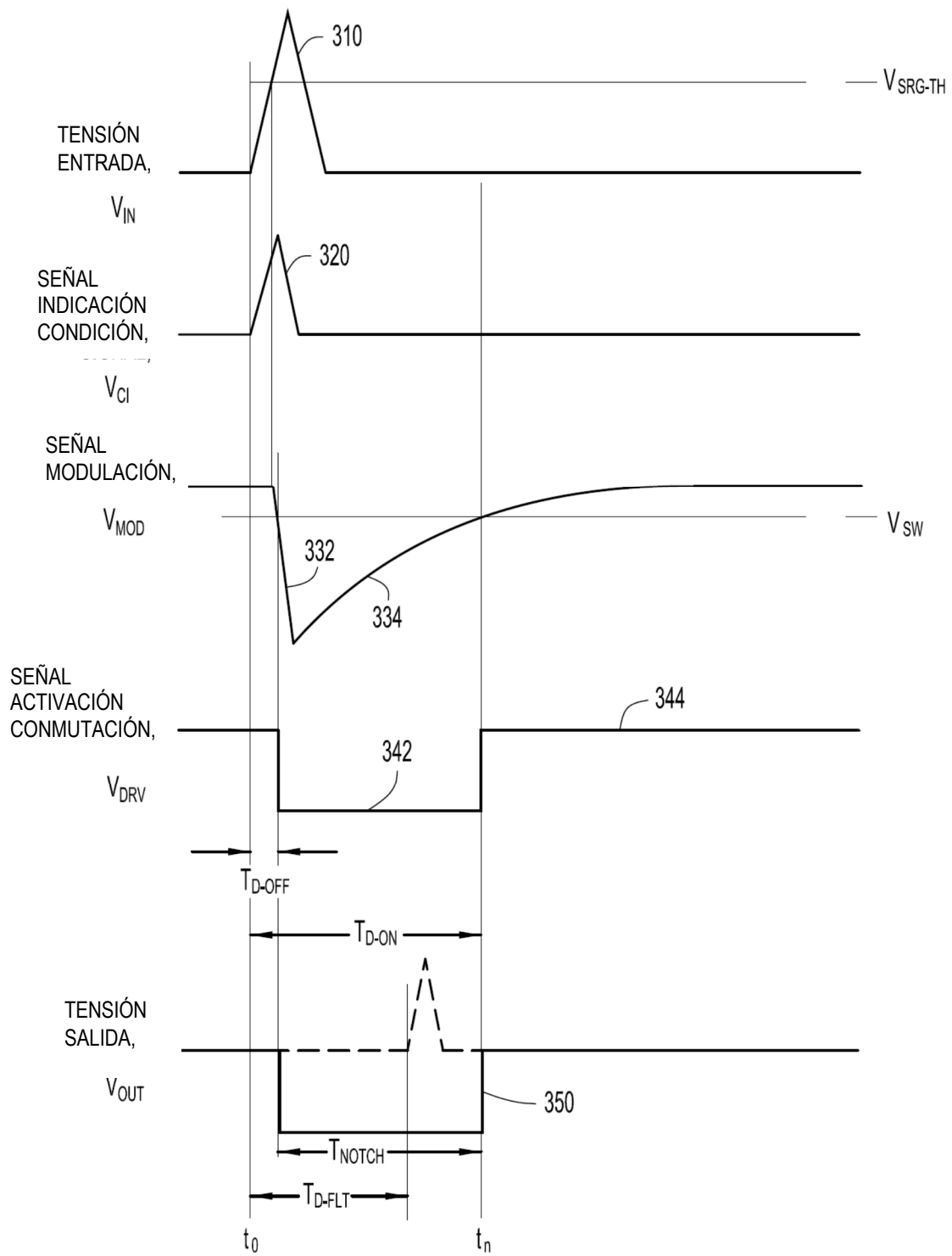


FIG.3A

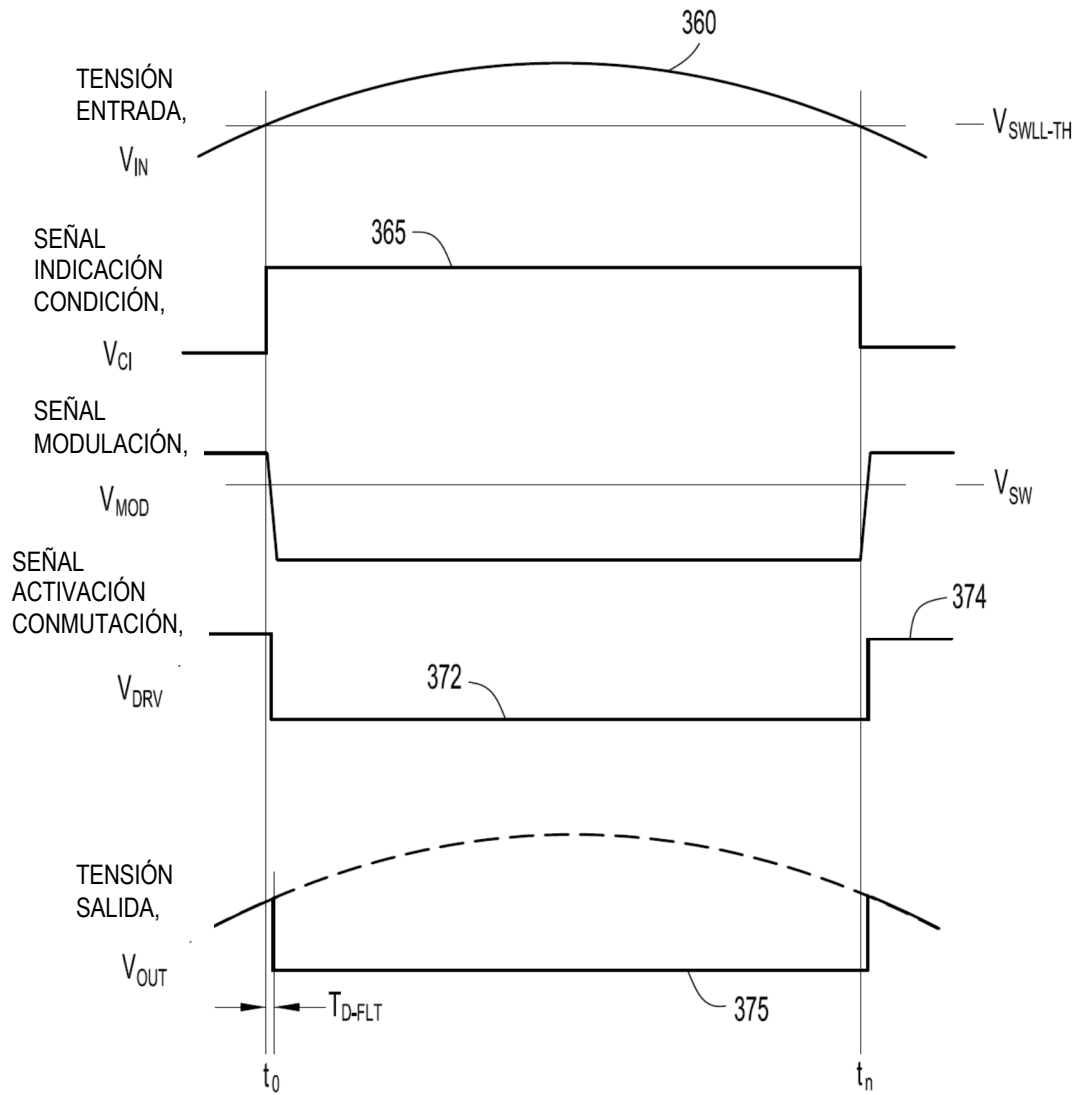


FIG.3B

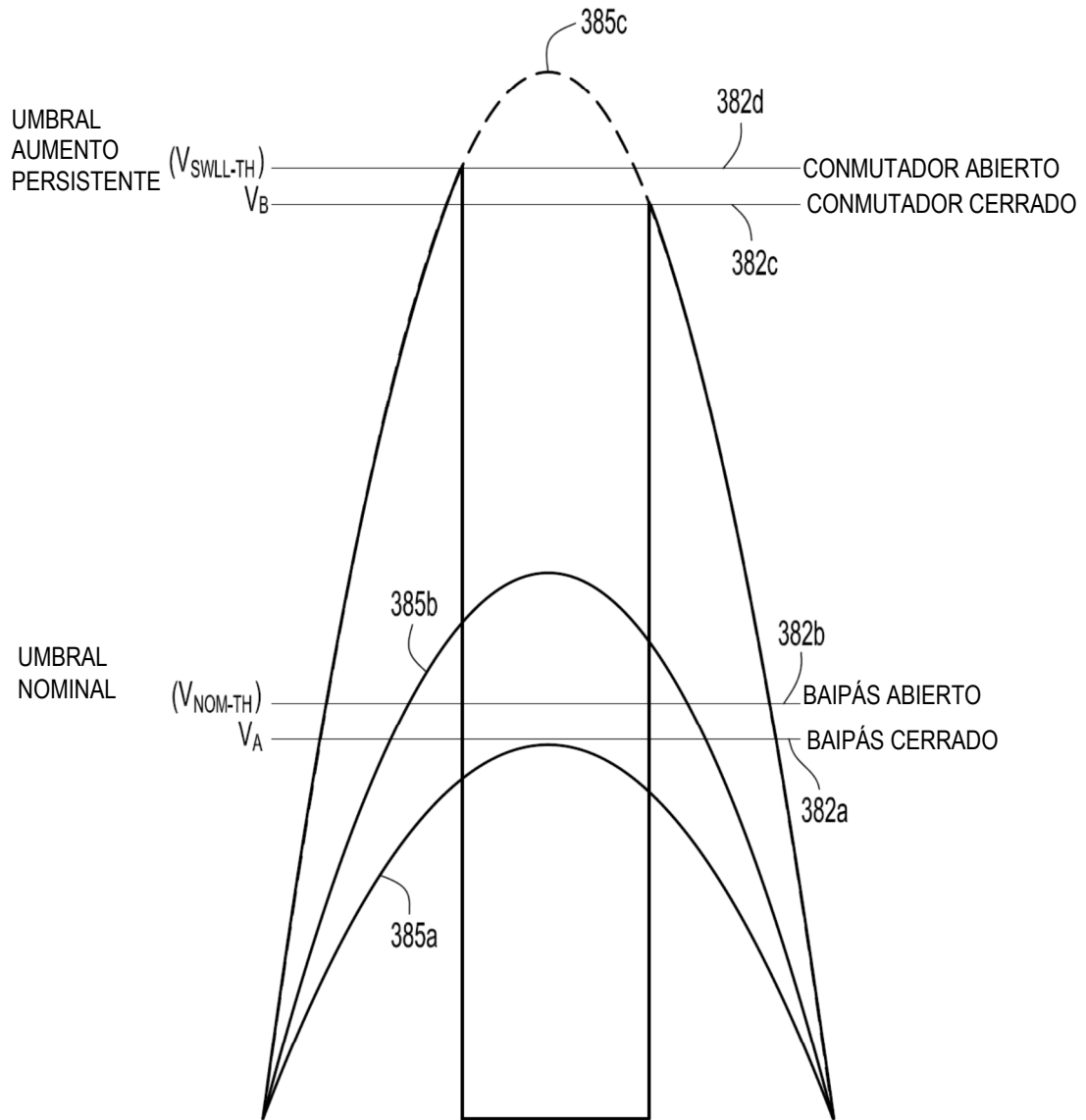


FIG.3C

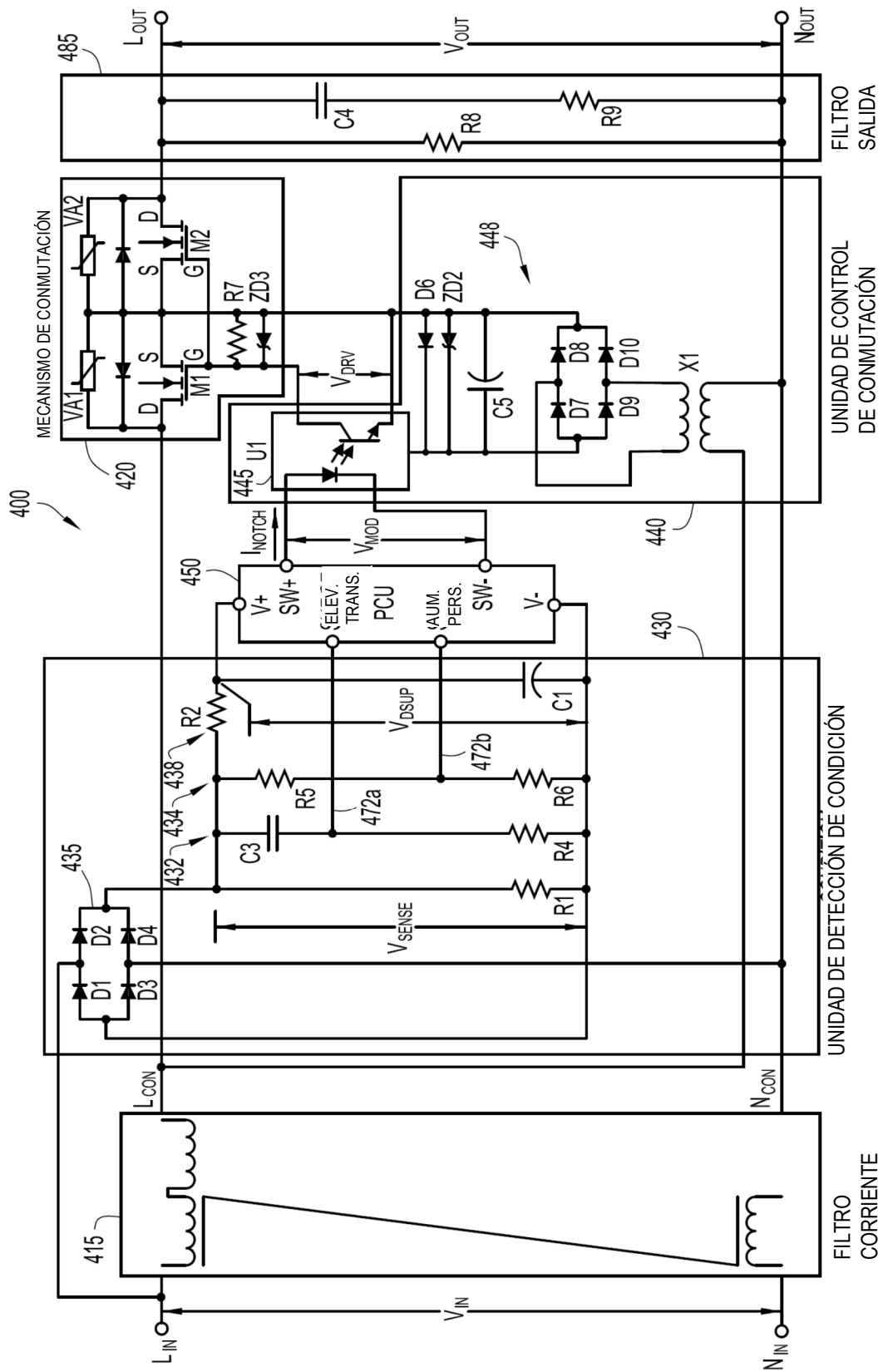


FIG.4

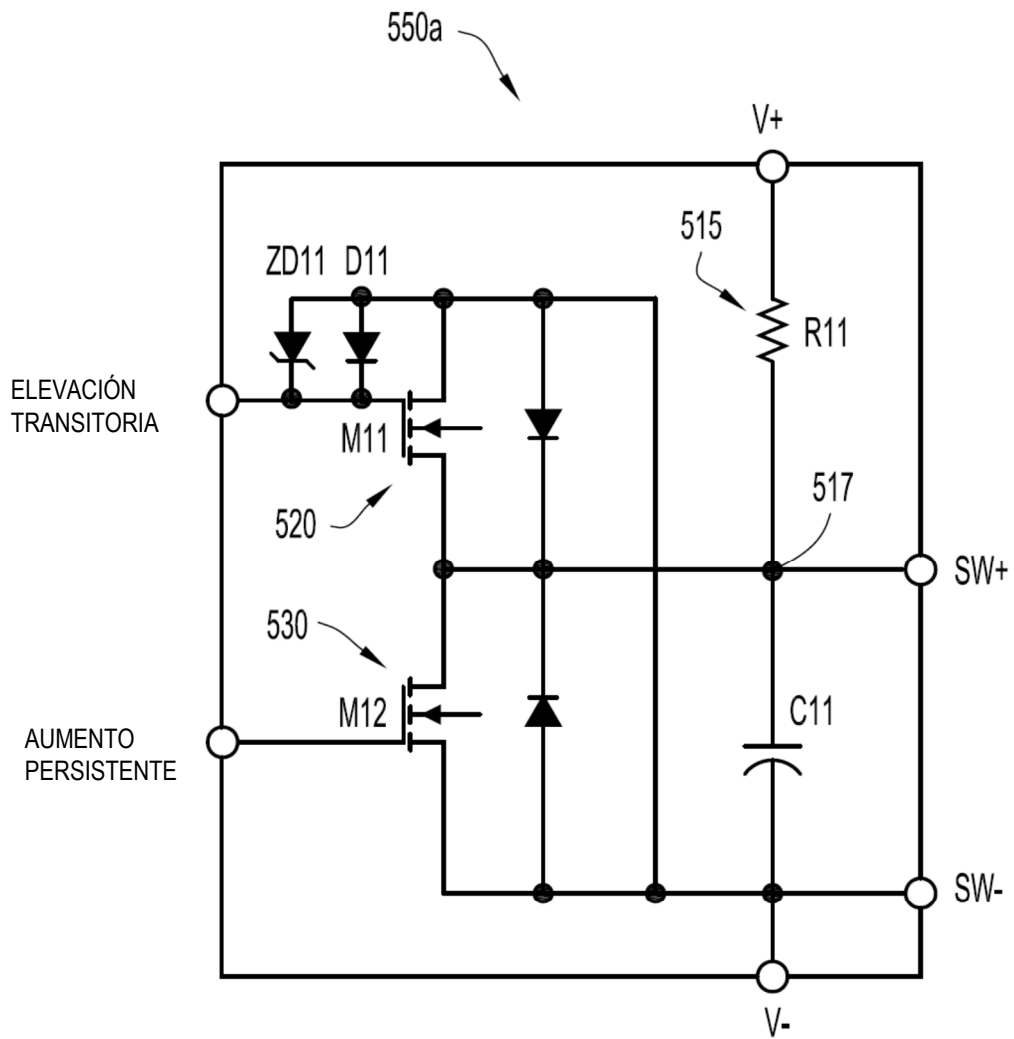


FIG.5A

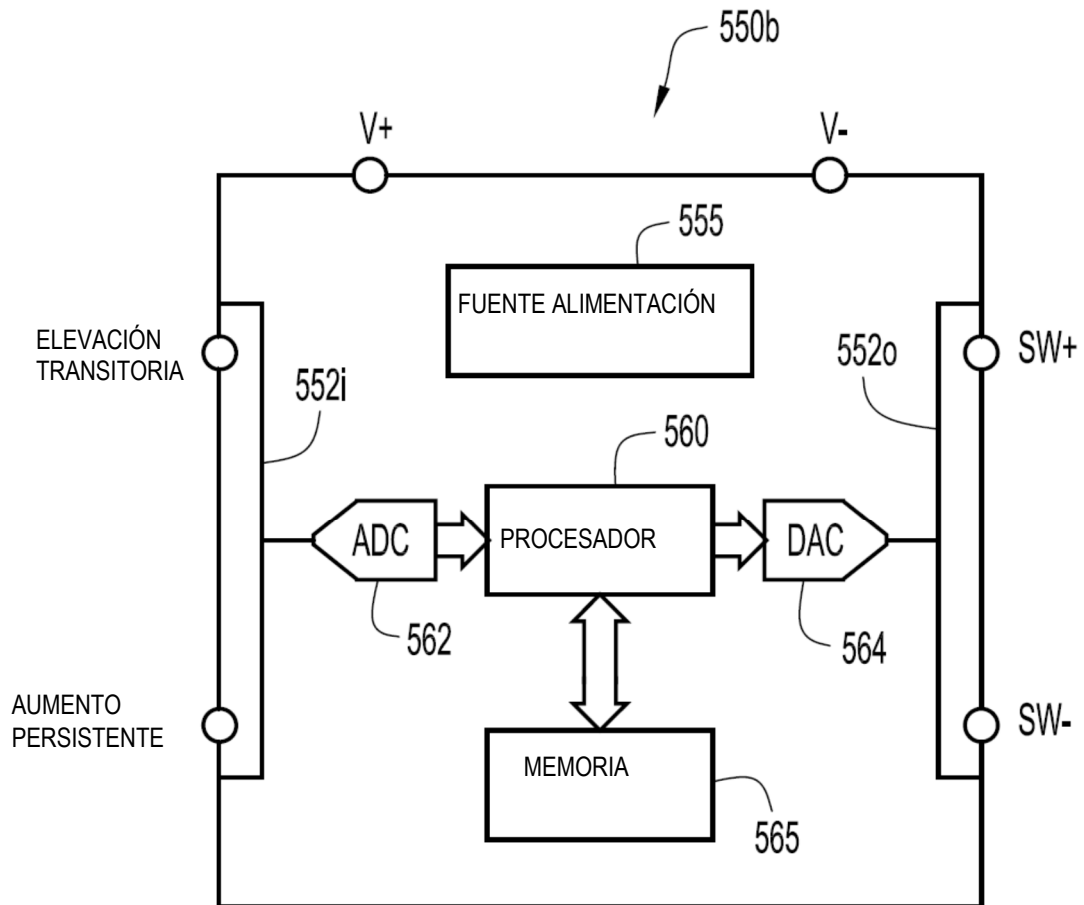


FIG.5B

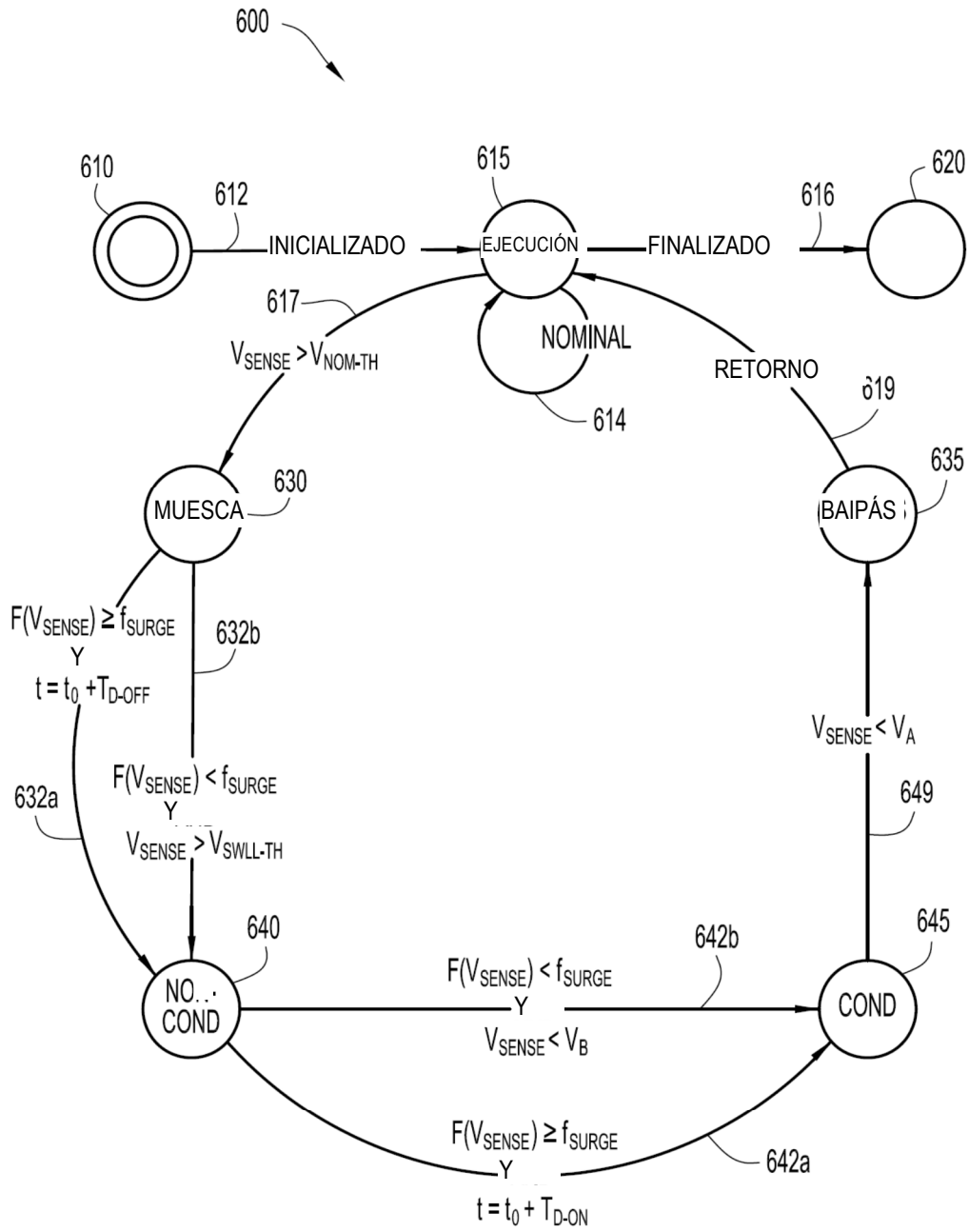


FIG.6

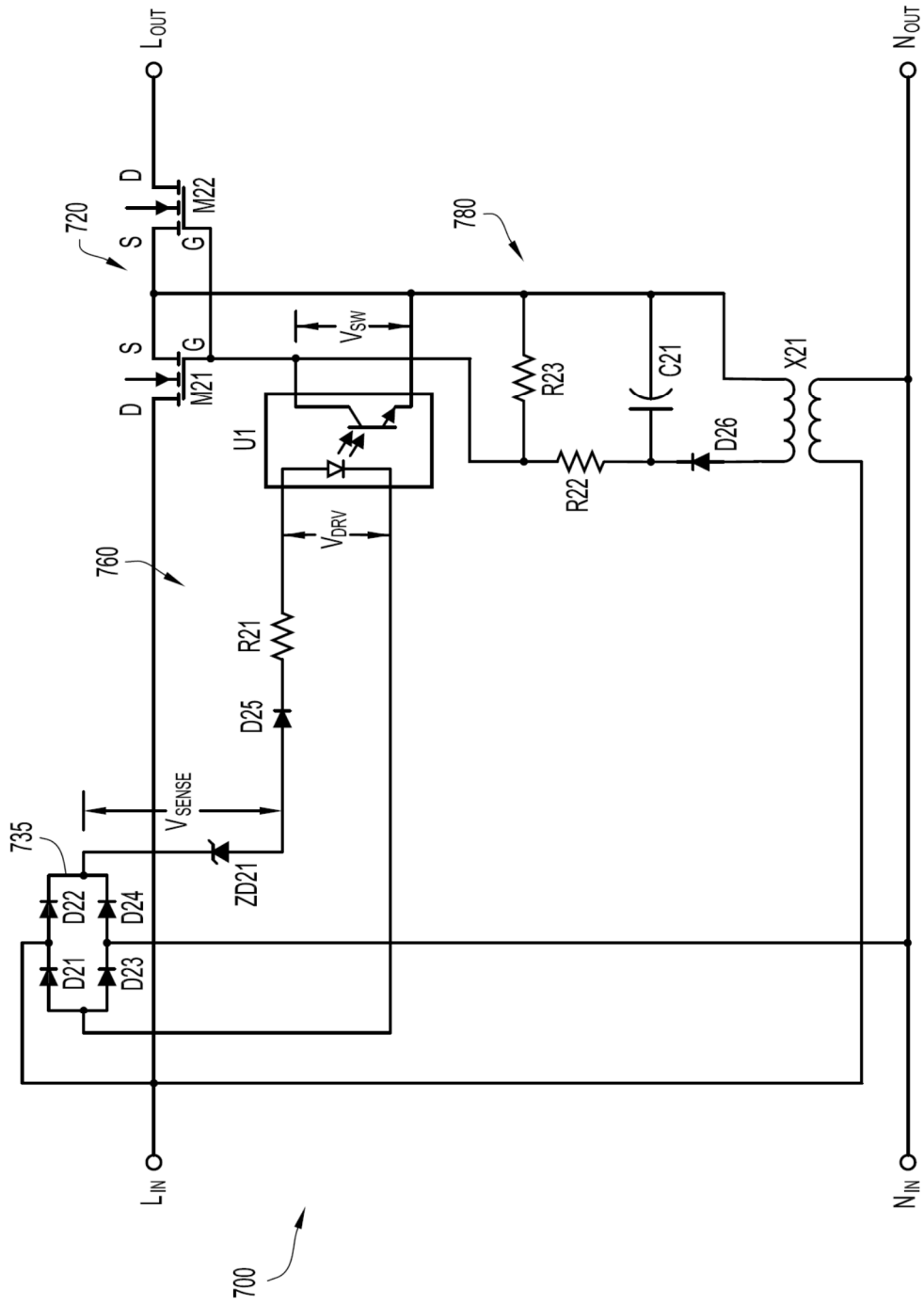


FIG.7

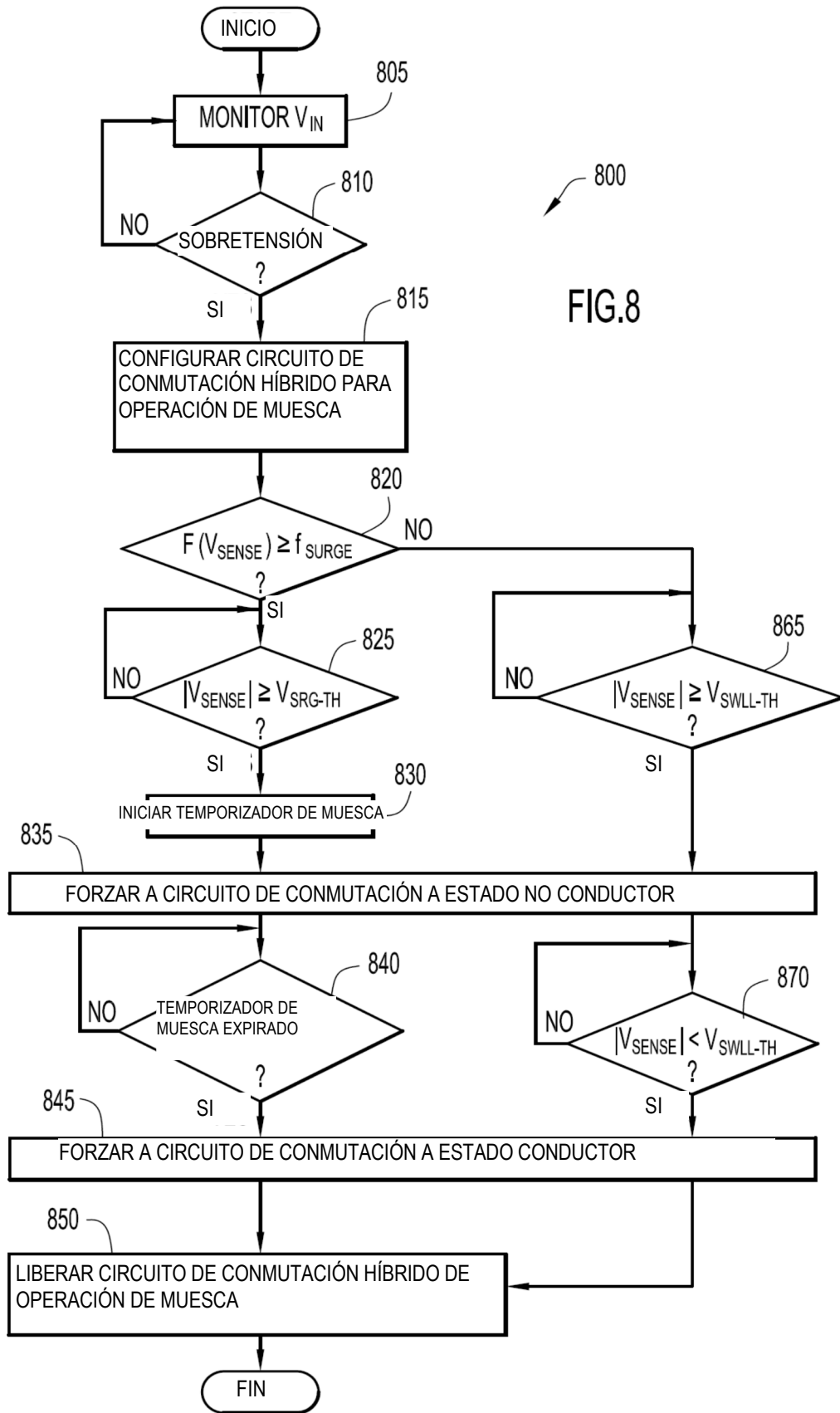


FIG.8