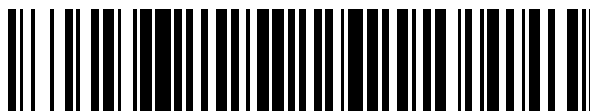


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 016**

51 Int. Cl.:

H02J 1/10 (2006.01)

H02J 1/14 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

H04B 3/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2015 PCT/US2015/056206**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16064727**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2015 E 15851786 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3210270**

54 Título: **Sistema receptor de energía digital**

30 Prioridad:

21.10.2014 US 201462066560 P

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

12.03.2020

73 Titular/es:

**VOLTSERVER, INC. (100.0%)
42 Ladd Street, Unit 227
East Greenwich, Rhode Island 02818, US**

72 Inventor/es:

**EAVES, STEPHEN y
LOWE, HARRY**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 748 016 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

Sistema receptor de energía digital

5 Antecedentes

10 La energía eléctrica digital, o electricidad digital, puede caracterizarse como cualquier formato de energía donde la energía eléctrica se distribuye en unidades de energía discretas y controlables. La transferencia de energía por paquetes (PET) es un nuevo tipo de protocolo de energía eléctrica digital descrito en la patente de EE.UU. N.º. 8.781.637 (Eaves 2012).

15 El principal factor de discernimiento en un sistema de transmisión de potencia digital en comparación con los sistemas de potencia analógicos tradicionales es que la energía eléctrica se separa en unidades discretas; y las unidades individuales de energía se pueden asociar con información analógica y/o digital que se puede utilizar con el fin de optimizar la seguridad, la eficiencia, la resistencia, el control o el enrutamiento.

20 Según lo descrito por Eaves 2012, un controlador fuente y un controlador de carga están conectados por líneas de transmisión de potencia. El controlador de fuente de Eaves 2012 aísla (desconecta) periódicamente las líneas de transmisión de potencia de la fuente de energía y analiza, como mínimo, las características de tensión presentes en los terminales del controlador de la fuente directamente antes y después de que las líneas estén aisladas. El período de tiempo en el que las líneas eléctricas están aisladas fue denominado por Eaves 2012 como el "período de muestreo", y el período de tiempo en el que la fuente está conectada se denomina el "período de transferencia". La tasa de aumento y disminución de la tensión en las líneas antes, durante y después del período de muestreo revela si hay una condición de fallo en las líneas de transmisión de potencia. Los fallos medibles incluyen, pero no se limitan a, los cortocircuitos, la elevada resistencia de línea o la presencia de un individuo que ha entrado en contacto incorrectamente con las líneas.

25 Eaves 2012 también describe información digital que se puede enviar entre la fuente y los controladores de carga a través de las líneas de transmisión de potencia para mejorar aún más la seguridad o proporcionar características generales de la transferencia de energía, tales como la energía total o la tensión en los terminales del controlador de carga. Dado que la energía en un sistema PET se transfiere como cantidades discretas, o cuantos, puede denominarse "potencia digital" o "electricidad digital".

30 Una aplicación de un sistema de distribución de energía digital es distribuir electricidad de corriente continua (CC) en formato digital y a elevada tensión desde el lado de la fuente del sistema al lado de la carga. En el lado de la carga del sistema de distribución de energía, la energía de CC se convierte de vuelta del formato digital al formato de CC analógico tradicional, utilizando un circuito denominado receptor, para su uso en circuitos de acondicionamiento de potencia comúnmente disponibles. Los circuitos de acondicionamiento de potencia, ampliamente conocidos en la industria, toman una tensión de entrada y producen una tensión de salida de corriente alterna (CA) o CC controlada. Un ejemplo es un acondicionador que toma una entrada de CC de 380 V y crea una salida de CC de 12 V para su uso en un ordenador. Un circuito de acondicionamiento de potencia también puede convertir una entrada de CC en una salida de CA, como se encuentra comúnmente en las fuentes de alimentación ininterrumpidas o inversores. En su forma más básica, un acondicionador de potencia es un interruptor simple que permite o inhibe el flujo de corriente.

35 El documento US 2009/0204268 A1 describe un sistema de distribución de potencia que regula la transferencia de energía de una fuente a una carga. Un controlador de fuente en el lado de la fuente cierra un dispositivo de desconexión y controla la transferencia de un pulso o "paquete" de energía al lado de la carga. Un controlador de carga en el lado de la carga comunica la cantidad de energía recibida en la carga al controlador fuente a través de un enlace de comunicación. Si se confirma que la energía recibida en el lado de la carga corresponde a la enviada por el lado de la fuente, se envía otro paquete de energía. Si la energía recibida no corresponde con la enviada por el lado de la fuente, se detiene la transferencia de energía, lo que indica un fallo del sistema o un riesgo para la seguridad. El contenido de energía de un único paquete se mantiene pequeño, de modo que, si no se entrega correctamente, no puede causar daños al equipo ni al personal.

40 El documento WO 2014/077191 A1 describe un enrutador de energía para recibir un paquete de energía y enrutar el paquete de energía recibido.

45 Resúmen

50 En este documento se describe un sistema receptor de energía digital y un método para regular la energía digital, donde varias realizaciones del aparato y de los métodos pueden incluir algunos o todos los elementos, características y pasos descritos a continuación.

55 Un sistema receptor de energía digital alimentado por un sistema de distribución de energía digital, comprende uno o más circuitos receptores individuales que están conectados cada uno a un par de líneas de transmisión individuales

que tiene su origen en una fuente de transmisión de energía digital y donde uno o más circuitos receptores individuales están configurados para convertir la potencia digital en el par de línea de transmisión a potencia analógica; uno o más segmentos de bus de salida del receptor que conectan eléctricamente grupos de uno o más circuitos receptores individuales en paralelo; uno o más circuitos de acondicionamiento de potencia configurados para conectarse a uno o más circuitos receptores individuales o a uno o más segmentos de bus de salida del receptor; uno o más segmentos de bus de salida del circuito de acondicionamiento de potencia que conectan eléctricamente los terminales de salida de uno o más circuitos de acondicionamiento de potencia para proporcionar una salida de potencia combinada; y un circuito de control que es operable para monitorear al menos una tensión dentro del sistema receptor de energía digital y para actuar para regular la potencia de salida de al menos un circuito de acondicionamiento de energía, en donde el circuito de control está configurado para monitorear una tensión interna de al menos uno de uno o más circuitos receptores y para limitar la salida de potencia de uno o más circuitos de acondicionamiento de potencia hasta que la tensión interna alcance un valor predeterminado, para asegurar que haya una cantidad mínima predeterminada de potencia disponible de los pares de líneas de transmisión que alimentan uno o más circuitos receptores, antes de permitir que uno o más circuitos receptores funcionen a una potencia mayor.

Un método para regular la potencia digital comprende transmitir potencia digital a través de un par de líneas de transmisión a al menos un circuito receptor en un sistema receptor de potencia digital; convertir la potencia digital en potencia analógica en el circuito receptor;

transmitir la potencia analógica a al menos un circuito de acondicionamiento de potencia;

transmitir la potencia de salida desde el circuito de acondicionamiento de potencia; monitorear al menos una tensión en el sistema receptor de energía digital; y en respuesta a ese monitoreo, regular la potencia de salida del circuito de acondicionamiento de potencia;

monitorear una tensión interna del al menos un circuito receptor;

limitar la potencia de salida del circuito de acondicionamiento de potencia hasta que la tensión interna alcance un valor predeterminado que garantice que haya una cantidad mínima de potencia predeterminada disponible del par de líneas de transmisión; y

cuando la tensión interna alcanza el valor predeterminado, operar al menos un circuito receptor a mayor potencia.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de recepción de energía digital.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de una realización de un circuito receptor.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de una realización de un circuito receptor que incluye un interruptor en forma de un diodo 20 simple.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques de una realización de un circuito de acondicionamiento de potencia de CC.

En los dibujos adjuntos, los caracteres de referencia similares se refieren a partes iguales o similares en las diferentes vistas; y los apóstrofes se utilizan para diferenciar varias instancias de los mismos elementos o elementos similares que comparten el mismo número de referencia. Los dibujos no son necesariamente a escala; en cambio, se pone énfasis en ilustrar principios particulares en las ejemplificaciones examinadas a continuación.

Descripción detallada

Las anteriores y otras características y ventajas de diversos aspectos de la(s) invención(es) serán evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de diversos conceptos y realizaciones específicas dentro de los límites más amplios de la(s) invención(es). Varios aspectos de la materia introducida anteriormente y examinados con mayor detalle a continuación pueden implementarse en una de muchas maneras, ya que la materia no se limita a ninguna forma particular de implementación. Se proporcionan ejemplos de implementaciones y aplicaciones específicas principalmente con fines ilustrativos.

A menos que en este documento se defina, use o caracterice lo contrario, los términos que se usan en este documento (incluidos los términos técnicos y científicos) deben interpretarse como teniendo un significado que es consistente con su significado aceptado en el contexto de la técnica relevante y no deben ser interpretados en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que así se defina expresamente en este documento. Por ejemplo, si se hace referencia a una composición particular, la composición puede ser sustancialmente (aunque no perfectamente) pura, ya que pueden ser de aplicación realidades prácticas e imperfectas; por ejemplo, la presencia potencial de al menos trazas de impurezas (por ejemplo, en menos del 1 o 2%) puede entenderse como dentro del

alcance de la descripción. Del mismo modo, si se hace referencia a una forma particular, la forma pretende incluir variaciones imperfectas a partir de formas ideales, por ejemplo, debido a las tolerancias de fabricación. Los porcentajes o concentraciones expresados en este documento pueden ser en términos de peso o de volumen. Los procesos, procedimientos y fenómenos descritos a continuación pueden tener lugar a presión (por ejemplo, aproximadamente 50-120 kPa, por ejemplo, a aproximadamente 90-110 kPa) y temperatura (por ejemplo, -20 a 50°C, por ejemplo, aproximadamente 10-35 C) ambiente a menos que se especifique lo contrario.

Aunque los términos, primero, segundo, tercero, etc., se pueden usar en el presente documento para describir varios elementos, estos elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos se usan simplemente para distinguir un elemento de otro. Por lo tanto, un primer elemento, examinado a continuación, podría denominarse un segundo elemento sin apartarse de las enseñanzas de las realizaciones ejemplares.

Los términos espacialmente relativos, tales como "arriba", "abajo", "izquierda", "derecha", "delante", "detrás" y similares, pueden usarse en este documento para facilitar la descripción para describir la relación de un elemento con otro elemento, como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espacialmente relativos, así como las configuraciones ilustradas, pretenden abarcar diferentes orientaciones del aparato en uso u operación además de las orientaciones descritas en este documento y representadas en las figuras. Por ejemplo, si se le da la vuelta al aparato de las figuras, los elementos descritos como "debajo" o "por debajo" de otros elementos o características se orientarían "por encima" de los otros elementos o características. Por lo tanto, el término ejemplar, "arriba" puede abarcar tanto una orientación de arriba como de abajo. El aparato puede estar por el contrario orientado de otra manera (por ejemplo, rotado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos utilizados en este documento interpretados en consecuencia.

Incluso aún, en esta descripción, cuando se hace referencia a un elemento como "encendido", "conectado a", "acoplado a", "en contacto con", etc., otro elemento, puede estar directamente encendido, conectado, acoplado o en contacto con el otro elemento o elementos intermedios pueden estar presentes a menos que se especifique lo contrario.

La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares y no pretende ser limitante de realizaciones ejemplares. Como se usan en el presente documento, las formas singulares, como "uno" y "una", también pretenden incluir las formas plurales, a menos que el contexto indique lo contrario. Además, los términos "incluye", "que incluye", "comprende" y "que comprende", especifican la presencia de los elementos o pasos indicados, pero no excluyen la presencia o adición de uno o más elementos o pasos.

Además, los diversos componentes identificados en el presente documento pueden proporcionarse en forma montada y terminada; o algunos o todos los componentes se pueden empaquetar juntos y comercializar como un kit con instrucciones (por ejemplo, en forma escrita, de video o de audio) para que un cliente las monte y/o modifique para producir un producto terminado.

Más específicamente, se describe en el presente documento una combinación novedosa de circuitos de acondicionamiento de potencia tradicionales y circuitos receptores de energía digital que pueden mejorar u optimizar factores de seguridad, eficiencia, resistencia, control y enrutamiento de energía, y que pueden priorizar la entrega de energía digital a través de múltiples cargas en base a un esquema de prioridad predeterminado.

En muchos casos, para admitir niveles de potencia más altos o para ofrecer redundancia, se combinan múltiples pares de transmisión en paralelo. Una dificultad que surge cuando los circuitos limitados de potencia se combinan en paralelo es que los circuitos individuales no siempre comparten la carga total por igual debido a pequeñas variaciones en la impedancia del circuito. Las razones para las variaciones en la impedancia del circuito pueden incluir diferencias en el diámetro de la sección transversal del par de transmisión en la misma longitud y/o diferencias en las longitudes del par de transmisión.

Una segunda dificultad es la sincronización adecuada de los circuitos durante el arranque. Por ejemplo, considérese un sistema de dos circuitos que debe alimentar un total de 200W pero donde cualquier circuito individual tiene una potencia limitada a 100W. Si uno de los dos circuitos se inicia antes que el otro, tendrá que soportar momentáneamente todos los requisitos de carga (es decir, 200W). Esta carga excede la capacidad máxima de 100W del circuito, lo que da como resultado un apagado del circuito debido a la condición de exceso de potencia y no conformidad. Los circuitos configurados para reiniciarse automáticamente esperarían típicamente de 1 a 60 segundos antes de volver a intentar la secuencia de encendido. Mientras el primer circuito está esperando para volver a intentarlo, el segundo circuito se pondrá en línea y, a su vez, intentará soportar toda la carga de 200W y, a su vez, se apagará debido a la condición de exceso de potencia y no conformidad. Si no hay sincronización de los circuitos de alimentación digital, la secuencia de arranque defectuosa puede continuar indefinidamente.

Sin embargo, surge una tercera dificultad cuando se responde al fallo de un circuito individual que forma parte de un grupo paralelo más grande. En muchos casos, los circuitos están alimentando cargas que tienen niveles de prioridad asociados a ellas. Por ejemplo, un circuito de suministro que alimenta una bomba cardíaca debe tener prioridad sobre uno que suministra iluminación general en un hospital. Cuando falla un circuito individual, sería ventajoso

tener un esquema de priorización preestablecido que determine qué cargas recibirán una asignación reducida de potencia. Además, el esquema de priorización sería idealmente configurable por un sistema anfitrión externo. Un método para permitir que un sistema anfitrión externo configure el esquema de priorización es a través de la implementación de lo que comúnmente se conoce en la industria como una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API).

En el presente documento se describe una arquitectura que puede abordar las dificultades discutidas anteriormente de manera económica y fiable y que puede admitir una amplia gama de circuitos de potencia digitales en paralelo que van desde uno hasta docenas en paralelo. Además, como se describirá a continuación, las características de comunicación del protocolo PET descrito en Eaves 2012 se aprovechan para implementar combinaciones optimizadas de seguridad, eficiencia, resistencia, control o enrutamiento, y para permitir que se establezcan niveles de prioridad en la entrega de potencia a varias cargas.

Un diagrama de bloques de un sistema 10 receptor de potencia digital se muestra en la FIG. 1. Este sistema incluye un receptor de potencia digital configurado para operar con el protocolo de transferencia de energía en paquetes (PET). La transferencia de energía en paquetes y, más específicamente, la fuente de alimentación del transmisor se describe en Eaves 2012. Uno o más circuitos 1 receptores tienen cada uno un par de líneas de transmisión (Par1, Par2, ParN) que se origina en la fuente 12 de transmisión PET. Las salidas individuales del circuito receptor pueden combinarse en paralelo en el bus 2 de salida del receptor eléctrico (DC_Link_In). Los terminales de entrada de CC de uno o más circuitos 3 de acondicionamiento de potencia de CC están vinculados a segmentos disponibles del DC_Link_In 2. Las salidas individuales de los circuitos 3 de acondicionamiento de potencia pueden combinarse en paralelo u operarse por separado conectando o desconectando segmentos del bus 4 de salida del circuito de acondicionamiento de energía (DC_Link_Out). La operación de los circuitos 1 receptores y de los circuitos 3 de acondicionamiento de energía es administrada por el circuito 5 de control. El circuito 5 de control obtiene retroalimentación sobre la operación del receptor y de los circuitos 1 y 3 de acondicionamiento de potencia a través de los grupos de línea de retroalimentación, RxFB1, RxFB2, RxFBN, DCFB1, DCFB2, DCFBN. El circuito 5 de control es análogo al controlador de carga descrito en Eaves 2012 con la diferencia de que administra múltiples pares de líneas de transmisión frente a únicamente un par en Eaves 2012. El circuito 5 de control puede ser un procesador completamente funcional que ejecuta los algoritmos necesarios para priorizar la asignación de energía a los diversos circuitos 3 de acondicionamiento de potencia y la optimización de la seguridad, la eficiencia, la resistencia, el control y el enrutamiento. En otras realizaciones, el circuito 5 de control puede ser una versión simplificada que ejecuta las órdenes para la operación que se origina desde un dispositivo de procesamiento remoto.

En general, el circuito 5 de control puede monitorear la disponibilidad de energía de cada circuito 1 receptor para determinar si, cuántos y a qué nivel de potencia operará cada uno de los circuitos 3 de acondicionamiento de energía de CC. Como se discutió en la sección de antecedentes, para la operación de grupos conectados en paralelo, múltiples circuitos 1 receptores se activan de manera síncrona para suministrar potencia, o uno o más de los canales receptores pueden sobrecargarse cuando los dispositivos 11 de carga conectados a las salidas del circuito 1 de acondicionamiento de energía CC comienzan a extraer potencia. El circuito 5 de control puede controlar la velocidad de transferencia de potencia en cada uno de los circuitos 3 de acondicionamiento de potencia a través de grupos de líneas de control, incluido un primer controlador de potencia (PowCtrl1), un segundo controlador de potencia (PowCtrl2), y hasta un enésimo controlador de potencia (PowCtrlN).

Una realización de un circuito 1 receptor se muestra en la FIG. 2. El interruptor SW1 20 controla el flujo de corriente eléctrica en el circuito 1 receptor. El SW1 20 puede tener la forma de interruptores controlables (electromecánicos o electrónicos de estado sólido) como se muestra en la FIG. 2; o puede ser un diodo simple como se representa en la FIG. 3. Los circuitos 1 receptores convierten la potencia digital en el par de conductores nuevamente a electricidad analógica convencional que ya no comprende unidades o pulsos discretos. Esta conversión se realiza por rectificación, ya sea de forma activa (usando un interruptor controlable) o pasivamente (usando un diodo). La rectificación se realiza mediante el SW1 20, que inhibe el flujo de corriente desde un enlace 22 de CC del receptor de regreso al par de conductores del receptor cuando la fuente 12 de energía digital, o transmisor, termina un pulso de energía. El transmisor 12 termina el pulso de energía abriendo su propio interruptor (haciendo que el interruptor no sea conductor) en el lado del transmisor del sistema. En este punto, los pares de transmisión están aislados eléctricamente tanto del transmisor como del receptor, lo que permite, como mínimo, que el transmisor 12 analice el par de conductores del receptor para determinar si la caída de tensión está dentro de parámetros predeterminados, como se describe en Eaves 2012.

El SW1 20 puede comprender un interruptor bidireccional que puede controlar el flujo de corriente en cualquier dirección. Los circuitos 1 del receptor se pueden combinar con circuitos 3 de acondicionamiento de potencia bidireccionales. Esto permite que la energía fluya en sentido contrario desde la salida de los circuitos 3 de acondicionamiento de potencia, de regreso a través de los circuitos 1 del receptor y a los pares de líneas de transmisión. Esta capacidad es útil en casos donde la carga 11 puede invertir su función y convertirse en una fuente de energía. Por ejemplo, cuando el sistema 10 receptor de energía digital está alimentando una casa por la noche, la casa puede tener paneles solares fotovoltaicos que proporcionan un exceso de energía que puede enviarse de vuelta a través del sistema 10 receptor de energía digital para ser vendido nuevamente a la empresa de servicios públicos. En otra realización, un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como una batería, está colocado para

recibir la salida de uno o más de los circuitos 3 de acondicionamiento de potencia. La batería puede cargarse en una ocasión, pero luego puede descargarse nuevamente al sistema 10 receptor de energía digital. El sistema 10 receptor de energía digital puede ejecutar un algoritmo de enrutamiento donde una parte de la energía del dispositivo de almacenamiento de energía se envía a través de las líneas de transmisión de regreso a la fuente 12 de transmisión, y el resto de la energía del dispositivo de almacenamiento se distribuye de acuerdo con un esquema de prioridad a los diversos circuitos 3', 3" y 3''' de acondicionamiento de potencia del sistema 10.

El circuito 5 de control puede enviar señales de comunicaciones a través del grupo de línea de control del receptor, RxCtrl1 RxCtrl2, RxCtrlN, al circuito 23 de modulación del receptor de la FIG. 2. El circuito 23 de modulación, utilizando técnicas comúnmente conocidas por la industria, puede superponer y modular una señal de comunicación en el par de líneas de transmisión, PairN. La señal modulada puede, a su vez, ser demodulada en el controlador de la fuente del transmisor correspondiente, como se detalla en Eaves 2012. El controlador de la fuente del transmisor puede ser instruido para encender, apagar o establecer límites en la potencia de salida, tensión o corriente disponible en el par de líneas de transmisión.

Un ejemplo para el uso de la capacidad de comunicaciones es aquel en el que el circuito 5 de control se comunica de vuelta con cada uno de los controladores de la fuente del transmisor; notificándoles que todos están suministrando energía al mismo sistema 10 de receptor de energía digital. De esta manera, los controladores de transmisor individuales pueden actuar para equilibrar el flujo de energía a todos los pares de líneas de transmisión involucrados o, de acuerdo con un esquema de priorización preconfigurado, permitir un límite de potencia superior a un par frente a otro. Otro ejemplo es aquel en el que un controlador de receptor adquiere una tensión del circuito receptor, tal como en el punto 18 de la FIG. 2, o una tensión del circuito de acondicionamiento de potencia, tal como en el punto 27 de la FIG. 4, y comunica el valor a uno o más controladores de transmisor. Los controladores luego ajustan su salida promedio para regular la tensión en el receptor de acuerdo con un punto de ajuste predeterminado. El controlador del receptor puede lograr un resultado similar enviando periódicamente una orden a los controladores del transmisor que indique a los controladores que aumenten o disminuyan su tensión de salida promedio para mantener un punto de ajuste de tensión predeterminado en el receptor. Entre otros métodos, la variación de tensión de salida promedio se puede lograr ajustando el ciclo de trabajo del período de transferencia frente al período de muestra de la forma de onda de PET, como se describe en Eaves 2012.

Sin comunicarse de vuelta con los controladores del transmisor correspondientes, el circuito 5 de control tiene la capacidad de detectar si un circuito 1 receptor está listo para suministrar potencia al adquirir la tensión en la entrada del receptor en el punto 18 de la FIG. 2 y determinar si ha alcanzado un valor mínimo predeterminado. El controlador puede esperar hasta que un número mínimo de circuitos 1', 1" y/o 1''' receptores estén listos para suministrar potencia antes de habilitar uno o más circuitos 3', 3" y/o 3''' de acondicionamiento de potencia a través de los grupos de líneas de control, PowCtrl1, PowCtrl2, PowCtrlN. Alternativamente, si únicamente un número limitado de circuitos 1', 1" y/o 1''' receptores están listos para suministrar potencia, el circuito 5 de control puede configurarse para distribuir la potencia disponible a los circuitos 3', 3", y/o 3''' de acondicionamiento de energía de acuerdo con un esquema de priorización preestablecido. En este caso, el DC_Link_Out 4, que se muestra como la línea de puntos de la FIG. 1, se retira de al menos uno de los circuitos de acondicionamiento de energía para permitir que el circuito 3'/3"/3''' de acondicionamiento de potencia suministre potencia a una carga 11 individualmente. El esquema de priorización se puede programar localmente en el controlador o se puede programar de forma remota desde los controladores del transmisor a través de los circuitos de modulación en los circuitos 1 del receptor.

Otro método más para asignar la potencia disponible desde los circuitos 1 receptores a los circuitos 3 de acondicionamiento de potencia es medir la tensión y/o la corriente en los circuitos 3', 3" y 3''' de acondicionamiento de energía individuales a través de los grupos de línea de retroalimentación de CC, DCFB1, DCFB2, DCFBN, y limitar la cantidad de potencia o energía que puede proporcionar un circuito 3 de acondicionamiento de energía an base al esquema de priorización utilizando los grupos de línea de control del acondicionador de potencia, PowCtrl1, PowCtrl2, PowCtrlN. Por ejemplo, el circuito 3', 3" o 3''' de acondicionamiento de potencia de CC puede estar alimentando un cargador de bomba cardíaca y se activa tan pronto como se satisface el requisito del número mínimo de circuitos 1', 1" y/o 1''' receptores para su carga individual y antes de que se habilite cualquier otro circuito 3', 3" o 3''' de acondicionamiento de potencia. Se debe tener en cuenta que puede haber diferentes configuraciones para el número mínimo de circuitos 1 receptores disponibles para habilitar un circuito 3 de acondicionamiento de potencia en lugar de deshabilitar un circuito 3 de acondicionamiento de potencia, incluido permitir la operación de los circuitos 3 de acondicionamiento de potencia siempre que solamente un circuito 1', 1" o 1''' receptor esté disponible para suministrar potencia. Un ejemplo adicional es el caso en el que un par de conductores se puede configurar para admitir una corriente inicialmente elevada para un dispositivo con requisito de corriente de entrada alta, pero luego se configuraría para limitar la corriente a un nivel inferior para la operación más eficiente.

En la realización del circuito 3 de acondicionamiento de potencia de CC representado en la FIG. 4, un segundo interruptor (SW2) 24 y un tercer interruptor (SW3) 25 comprenden interruptores de transistor. En este caso, el circuito 5 de control mantiene SW2 24 y SW3 25 en un estado abierto (estado no conductor) hasta que las tensiones de entrada del receptor, según lo dispuesto por RxFB1, RxFB2, RxFBN, alcanzan un valor mínimo que indica que los canales del receptor están completamente inicializados y listos para suministrar potencia. Cuando un número mínimo de circuitos 1 receptores están listos para proporcionar potencia, el circuito 5 de control actuará para cerrar

(colocar en un estado conductor) el SW3 25. SW3 25 conecta los circuitos 1 receptores a la salida del circuito 3 de acondicionamiento de potencia CC a través una resistencia en serie, R1 26. R1 26 limita el flujo de corriente al cargar la capacitancia de entrada que puede ser parte de un dispositivo 11 de carga conectado al bus 4 de salida, DC_Link_Out. La acción de R1 26 y SW2 24 se conoce comúnmente en la industria como circuito de precarga.

5 Después de que el tiempo de precarga ha expirado, se realiza una conexión directa al dispositivo 11 de carga cerrando el segundo interruptor, SW2 24, y luego abriendo el tercer interruptor, SW3 25. De este modo, los circuitos 1 receptores se acoplan simultáneamente y pueden proporcionar una capacidad de potencia de pulso sustancial.

10 Con referencia de nuevo a la FIG. 1, el canal 6 de control externo permite que el circuito 5 de control adquiera señales de sensor adicionales o señales de comunicación de un dispositivo externo. Por ejemplo, el canal 6 de control externo puede incluir un sensor de temperatura externo, un sensor de luz ambiental o un flujo de comunicaciones en serie. El canal 6 de control externo se puede ofrecer como una interfaz de terceros. Por ejemplo, el sistema 10 receptor de energía digital puede ser parte de un dispositivo de iluminación LED; y la fabricación del dispositivo puede querer enviar datos sobre las condiciones de luz ambiental a través de los pares de líneas de transmisión a la fuente 12 de transmisión y también puede querer enviar señales de control a través del canal 6 de control externo para establecer el nivel de atenuación del dispositivo LED. El canal 6 de control externo también se puede conectar a un "enlace de comunicación" correspondiente en el controlador de la fuente de transmisión, como se describe en Eaves 2012. Esta conexión puede evitar la necesidad de comunicarse con el controlador de la fuente del transmisor mediante la modulación de los pares de líneas de transmisión, como se describió anteriormente.

20 En la descripción de las realizaciones de la invención, se usa terminología específica en aras de la claridad. Con el fin de la descripción, los términos específicos pretenden al menos incluir equivalentes técnicos y funcionales que operan de manera similar para lograr un resultado similar. Además, en algunos casos en los que una realización particular de la invención incluye una pluralidad de elementos del sistema o pasos del método, esos elementos o pasos pueden reemplazarse con un único elemento o paso; del mismo modo, un único elemento o paso puede ser reemplazado por una pluralidad de elementos o pasos que tienen el mismo propósito. Además, cuando los parámetros para diversas propiedades u otros valores se especifican en este documento para las realizaciones de la invención, esos parámetros o valores se pueden ajustar hacia arriba o hacia abajo en 1/100, 1/50, 1/20, 1/10, 1/5, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 9/10, 19/20, 49/50, 99/100, etc. (o hacia arriba por un factor de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 20, 50, 100, etc.), o por aproximaciones redondeadas de los mismos, a menos que se especifique lo contrario. Además, aunque esta invención se ha mostrado y descrito con referencias a realizaciones particulares de la misma, los expertos en la materia comprenderán que pueden realizarse diversas sustituciones y alteraciones en la forma y detalles de la misma sin apartarse del alcance de la invención. Además, otros aspectos, funciones y ventajas también están dentro del alcance de la invención; y ninguna de las realizaciones de la invención tiene necesariamente que lograr todas las ventajas o poseer todas las características descritas anteriormente. Además, los pasos, elementos y características discutidos en el presente documento en relación con una realización también pueden usarse junto con otras realizaciones. Aún más, los componentes y pasos identificados en la sección de Antecedentes son parte integral de esta descripción y pueden usarse en conjunción o ser sustituidos por componentes y pasos descritos en otra parte de la descripción dentro del alcance de la invención. En las reivindicaciones del método, en las que las etapas se enumeran en un orden particular, con o sin caracteres de introducción secuenciados añadidos para facilitar la referencia, las etapas no deben interpretarse como limitadas temporalmente al orden en que se enumeran a menos que los términos y frases especifiquen o impliquen lo contrario.

45 La invención se define por las características de las reivindicaciones independientes 1 y 8. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) receptor de energía digital alimentado por un sistema de distribución de energía digital, que comprende;
- 5 uno o más circuitos (1) receptores individuales que están conectados a un par de líneas de transmisión individual que se origina en una fuente (12) de transmisión de potencia digital y donde ese uno o más circuitos (1) receptores individuales están configurados para convertir la potencia digital del par de líneas de transmisión a potencia analógica;
- 10 uno o más segmentos (2) de bus de salida del receptor que conectan eléctricamente grupos de ese uno o más circuitos (1) receptores individuales en paralelo;
- 15 uno o más circuitos (3) de acondicionamiento de energía configurados para conectarse a ese uno o más circuitos (1) receptores individuales o a ese uno o más segmentos (2) del bus de salida del receptor;
- 20 uno o más segmentos (4) de bus de salida del circuito de acondicionamiento de potencia que conectan eléctricamente los terminales de salida de uno o más circuitos (3) de acondicionamiento de potencia para proporcionar una salida de potencia combinada; y
- 25 un circuito (5) de control que es operable para monitorear al menos una tensión dentro del sistema (10) receptor de potencia digital y para actuar para regular la potencia de salida de al menos un circuito (3) de acondicionamiento de potencia, en donde el circuito de control está configurado para monitorear una tensión interna de al menos uno de los uno o más circuitos (1) receptores y para limitar la salida de potencia de uno o más circuitos (3) de acondicionamiento de energía hasta que la tensión interna alcance un valor predeterminado, para asegurar que una cantidad mínima predeterminada de potencia esté disponible desde los pares de líneas de transmisión que alimentan uno o más circuitos (1) receptores, antes de permitir que uno o más circuitos (1) receptores operen a una potencia mayor.
- 30 2. El sistema (10) receptor de potencia digital de la reivindicación 1, en donde el circuito (5) de control está configurado para enviar o recibir información sobre los pares de líneas de transmisión superponiendo una señal de comunicación sobre los pares de líneas de transmisión.
- 35 3. El sistema (10) receptor de potencia digital de la reivindicación 2, en donde un dispositivo externo está configurado para proporcionar una señal que hace que el circuito (5) de control superponga la señal de comunicación en el par de líneas de transmisión.
- 40 4. El sistema (10) receptor de potencia digital de la reivindicación 2, en donde el circuito (5) de control está configurado para adquirir al menos una tensión del receptor dentro del sistema (10) receptor de potencia digital y para comunicar la tensión del receptor a través del par de líneas de transmisión de modo que la fuente (12) de transmisión de potencia digital pueda ajustar su tensión promedio de transmisión para regular la tensión del receptor a un valor predeterminado.
- 45 5. El sistema (10) receptor de potencia digital de la reivindicación 2, en donde el circuito de control está configurado para adquirir al menos una corriente del receptor dentro del sistema (10) receptor de energía digital y para comunicar la corriente del receptor a través del par de líneas de transmisión de modo que la fuente de transmisión pueda ajustar su tensión promedio de transmisión para regular una corriente de salida del sistema (10) receptor de potencia digital a un valor predeterminado.
- 50 6. El sistema (10) receptor de potencia digital de la reivindicación 1, en donde ese uno o más circuitos (3) de acondicionamiento de potencia están configurados para limitar el flujo de corriente eléctrica para evitar una condición de sobrecorriente en ese uno o más circuitos (1) receptores.
- 55 7. El sistema (10) receptor de potencia digital de la reivindicación 1, en donde el circuito (5) de control está configurado para regular el nivel de potencia de salida en uno o más circuitos (3) de acondicionamiento de potencia en base a un esquema de operación predeterminado.
8. Un método para regular la potencia digital, que comprende:
- 60 transmitir potencia digital a través de un par de líneas de transmisión a al menos un circuito (1) receptor de un sistema (10) receptor de potencia digital;
- convertir la potencia digital en potencia analógica en el circuito (1) receptor;
- 65 transmitir la potencia analógica a al menos un circuito (3) de acondicionamiento de potencia;

- transmitir la potencia de salida desde el circuito (3) de acondicionamiento de potencia;
- 5 monitorear al menos una tensión en el sistema (10) receptor de potencia digital; y
- en respuesta a ese monitoreo, regular la potencia de salida del circuito (3) de acondicionamiento de potencia;
- monitorear una tensión interna del al menos un circuito (1) receptor;
- 10 limitar la potencia de salida del circuito (3) de acondicionamiento de potencia hasta que la tensión interna alcance un valor predeterminado que garantice que haya una cantidad mínima de potencia predeterminada disponible del par de líneas de transmisión; y
- 15 cuando la tensión interna alcance el valor predeterminado, operar al menos un circuito (1) receptor a una potencia aumentada.
9. El método de la reivindicación 8, que comprende además usar un circuito (5) de control del receptor para enviar o recibir información a través del par de líneas de transmisión superponiendo una señal de comunicación en el par de líneas de transmisión.
- 20 10. El método de la reivindicación 9, que comprende además usar una señal de un dispositivo externo para hacer que el circuito (5) de control del receptor superponga la señal de comunicación en el par de líneas de transmisión.
- 25 11. El método de la reivindicación 9, que comprende, además:
- adquirir al menos una tensión del receptor dentro del sistema (10) receptor de potencia digital;
- comunicar la tensión del receptor a través del par de líneas de transmisión a una fuente (12) de transmisión que genera la potencia digital; y
- 30 ajustar una tensión promedio de transmisión de la potencia digital generada por la fuente (12) de transmisión en respuesta a la tensión del receptor para regular la tensión del receptor a un valor predeterminado.
- 35 12. El método de la reivindicación 9, que comprende, además:
- adquirir al menos una corriente del receptor dentro del sistema (10) receptor de potencia digital;
- comunicar la corriente del receptor a través del par de líneas de transmisión a una fuente (12) de transmisión que genera la potencia digital; y
- 40 ajustar una tensión promedio de transmisión de la potencia digital generada por la fuente (12) de transmisión en respuesta a la corriente del receptor para regular la corriente de salida del sistema (10) receptor de potencia digital a un valor predeterminado.
- 45 13. El método de la reivindicación 8, en donde el circuito (3) de acondicionamiento de potencia limita el flujo de corriente eléctrica para evitar una condición de sobrecorriente en el circuito (1) receptor.
- 50 14. El método de la reivindicación 8, en donde el circuito (3) de acondicionamiento de potencia regula la potencia de salida del circuito (3) de acondicionamiento de potencia en base a un esquema de operación predeterminado.
15. El método de la reivindicación 8, en donde la regulación de la potencia de salida del circuito (3) de acondicionamiento de potencia evita que un canal receptor se sobrecargue debido al consumo de energía de al menos un dispositivo (11) de carga conectado al circuito (3) de acondicionamiento de potencia.

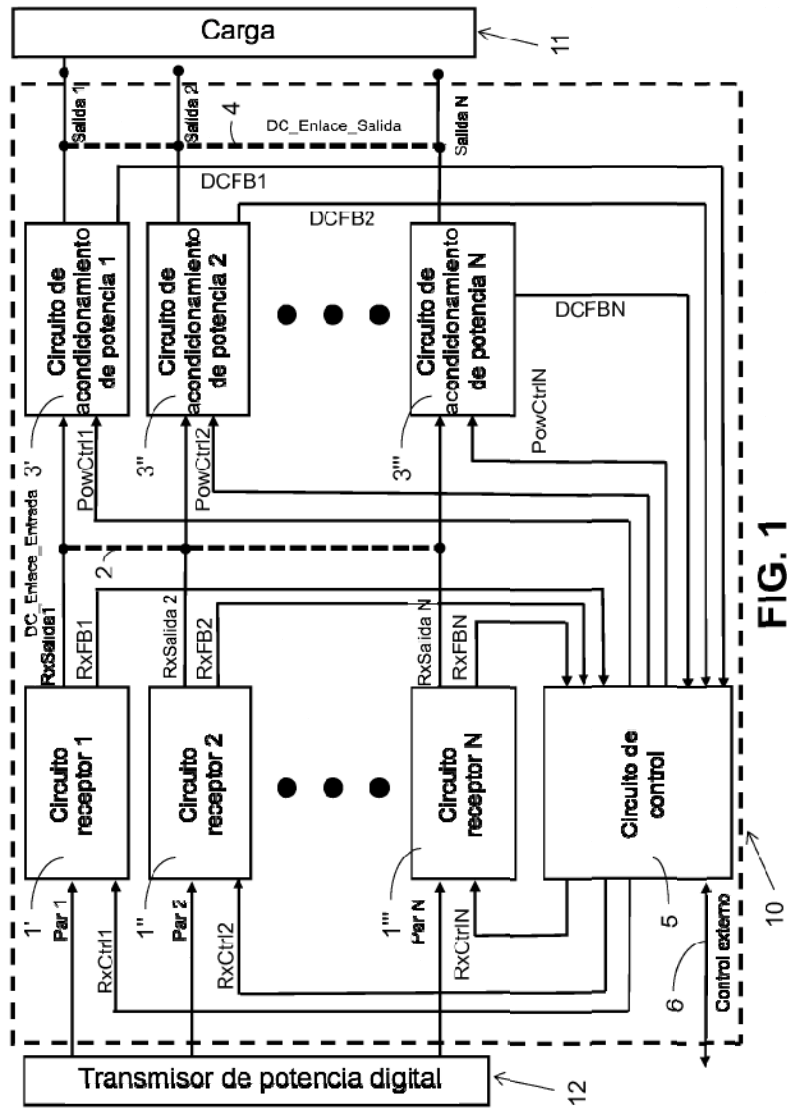


FIG. 1

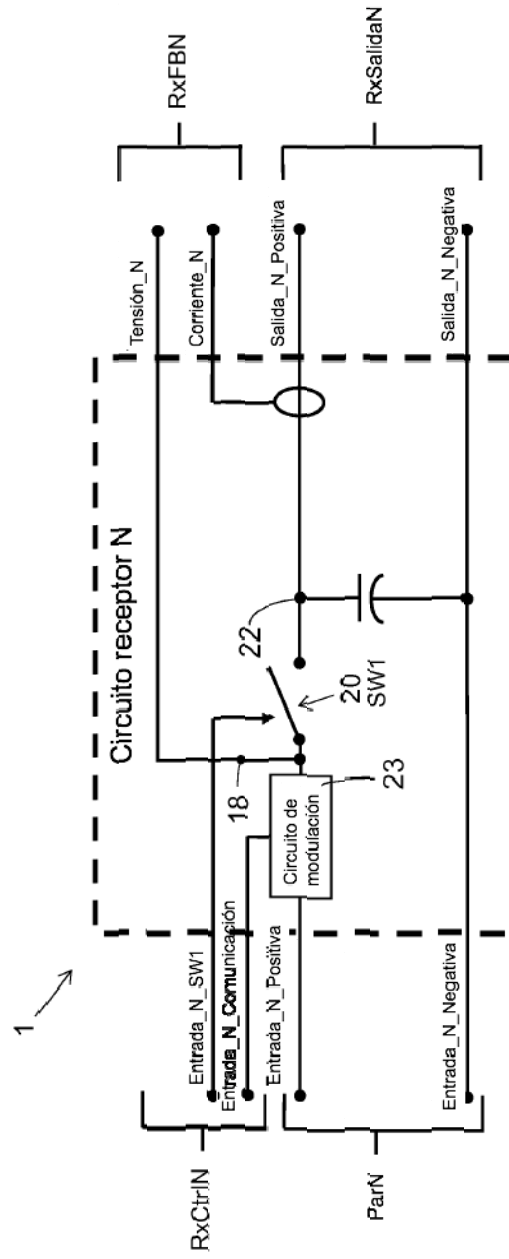


FIG. 2

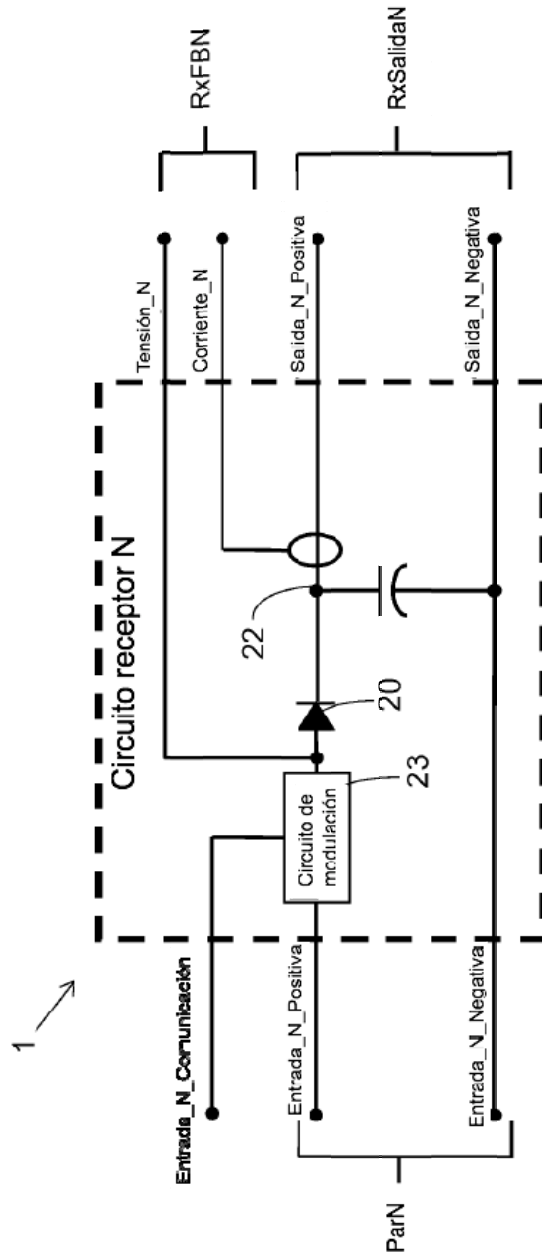


FIG. 3

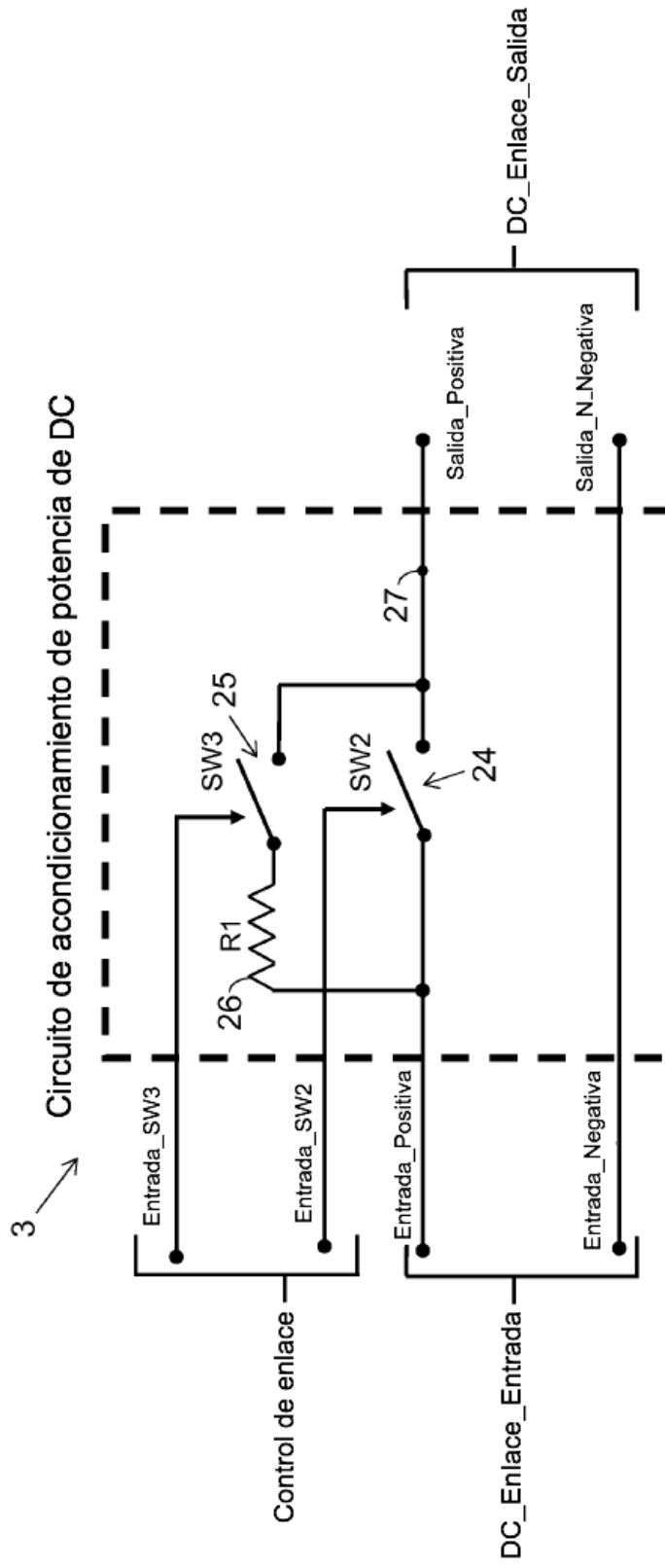


FIG. 4