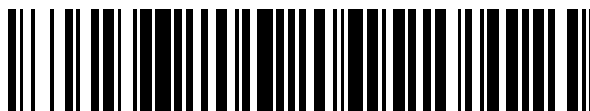


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 591 180**

51 Int. Cl.:

<b>H02J 9/06</b>	(2006.01)
<b>H02M 1/10</b>	(2006.01)
<b>H02M 3/155</b>	(2006.01)
<b>H02M 3/158</b>	(2006.01)
<b>H02M 5/458</b>	(2006.01)
<b>H02M 7/155</b>	(2006.01)
<b>H02M 1/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2011 PCT/US2011/029053**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2011 WO11116323**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2011 E 11757086 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2548286**

54 Título: **Conversión de CA a CC**

30 Prioridad:

**18.03.2010 US 727181**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.11.2016**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC IT CORPORATION  
(100.0%)  
132 Fairgrounds Road  
West Kingston, RI 02892, US**

72 Inventor/es:

**PYBOYINA, PRASAD y  
INGEMI, MICHAEL, J.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 591 180 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**

Conversión de CA a CC

**Antecedentes**

5 Las empresas y los individuos dependen de tener un suministro constante de energía en los dispositivos electrónicos ahora más que nunca. Sin energía, las empresas puede que no sean capaces de fabricar los productos, o funcionar en absoluto, tal como si la empresa está en el negocio de suministrar información a través de Internet. Sin energía, las empresas y los individuos puede que estén completamente incapacitados respecto a las actividades críticas, tales como diseñar productos, fabricar productos, proporcionar servicios y hacer transacciones de finanzas personales (por ejemplo, presentar declaraciones de impuestos y pagar facturas). Los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs) se utilizan a menudo para proporcionar la energía de reserva en caso de un corte de energía. 10 Los SAIs se utilizan comúnmente en los equipos informáticos para protegerse contra la pérdida de datos debida a un corte de energía antes de que se guarden los datos. Los SAIs utilizados con equipos informáticos también ayudan a protegerse de una pérdida de servicio por parte de los proveedores de información de Internet, tales como por servidores, por ejemplo, los alojamiento de páginas web.

15 Los sistemas SAI en línea contienen típicamente un convertidor 502 de extremo frontal de corrección del factor de potencia (PFC, Power Factor Correction) de la etapa del elevador y de un extremo posterior 504 de la etapa del inversor como se muestra en la FIG. 1 para el sistema SAI 500. Las entradas al convertidor del extremo frontal son un suministro 506 de CA de 60/50 Hz y el suministro 508 de la Batería de CC. El SAI 500 trabaja en dos modos de funcionamiento basados en la tensión de entrada. Cuando la tensión de entrada de la CA está dentro de un rango 20 aceptable para el convertidor elevador 502 para funcionar con la tensión de suministro de la CA, el SAI 500 trabaja en un modo en línea. En este modo, el convertidor 502 del elevador del extremo frontal toma energía de entrada del suministro 506 de CA y convierte la tensión a dos tensiones de CC y proporciona estas tensiones a dos buses de CC 510, 512, con una tensión positiva del bus de CC (+ CC) y con una tensión negativa del bus de cc (-CC), respectivamente. Cuando la tensión de CA de entrada no está disponible o no está dentro del rango aceptable, el 25 SAI trabaja en un modo de batería. En este modo, el convertidor elevador 502 del extremo frontal toma energía de la entrada de CC de la batería 508 y produce tensiones de bus positivas y negativas de CC y suministra estas tensiones a los respectivos buses 510, 512.

30 Un sistema central de control (controlador, que no se muestra) en el sistema 500 del SAI controla la entrada de la tensión de CA y controla las transferencias entre los dos modos diferentes. Tradicionalmente, se han utilizado los relés para transferir las entradas del convertidor elevador del extremo frontal desde el suministro de CA para suministrar CC y viceversa. Recientemente, se han utilizado los Rectificadores Controlados de Silicio (SCR, Silicone Controlled Rectifiers) para este fin.

35 Se disponen dos condensadores de gran capacidad 514, 516 entre los buses 510, 512 de CC. Los condensadores 514, 516 son parte del convertidor 502 del extremo frontal, pero se muestran fuera del convertidor 502 con fines ilustrativos. Los condensadores 514, 516 proporcionan energía a una carga a través del inversor 504 durante las transferencias entre los diferentes modos del SAI 500 para ayudar a asegurar las transferencias sin caídas de tensión significativas en la carga.

40 El inversor 504 es un convertidor de CC-CA que toma la entrada desde las tensiones positivas y negativas del bus de CC y produce una tensión de CA en la salida. El inversor 504 en los típicos sistemas SAI en línea comprende dos convertidores reductores que se controlan mediante los controladores de modulación de la anchura del pulso (PWM, Pulse Width Modulation) para proporcionar una salida de onda sinusoidal deseada.

45 Haciendo referencia a la FIG. 2, con referencia adicional a la FIG. 1, un convertidor reductor positivo 522 convierte la tensión de CC desde el bus 510 de +CC a la tensión de CA durante los semiciclos positivos de la tensión de salida y un convertidor reductor negativo 524 convierte la tensión de CC del bus 512 de -CC a la tensión de CA durante los semiciclos negativos de la tensión de salida. Las salidas de ambos convertidores reductores 522, 524 se combinan para obtener un ciclo completo de tensión de CA. En otras palabras, la energía de carga se suministra desde el bus 510 de +CC durante los semiciclos positivos de la tensión de salida (carga) y la energía de carga se suministra desde el bus 512 -CC durante los semiciclos negativos de la tensión de salida.

**Corrección del factor de potencia de sistemas SAI en línea**

50 Hay dos modos de funcionamiento del elevador del extremo frontal en los sistemas SAI en línea, modo en línea y modo en batería.

**Modo en línea**

55 Haciendo referencia a la FIG. 3, con referencia adicional a las FIGS. 1-2, en el modo en línea el convertidor de extremo frontal 502 utiliza un convertidor 526 elevador positivo y un convertidor 528 elevador negativo. El convertidor 502 de extremo frontal toma la entrada del suministro de CA 506 y da salida a dos tensiones de CC. El convertidor de extremo frontal 502 funciona como un convertidor PFC mientras trabaja a partir de la tensión de

entrada de CA. El convertidor elevador positivo 526 convierte semiciclos positivos de la tensión de entrada de CA a tensión de CC durante los semiciclos positivos de la tensión de entrada. Esta salida positiva se le da al condensador 514 del bus de +CC. El convertidor elevador negativo 528 convierte semiciclos negativos de la tensión de entrada de CA a tensión de CC durante los semiciclos negativos de la tensión de entrada. Esta salida negativa se le da al condensador 516 del bus de -CC.

A pesar de que el convertidor del extremo frontal 502 utiliza dos convertidores 526, 528 para suministrar energía a los dos buses 510, 512 de CC, algunos de los componentes (por ejemplo, inductores y transformadores de corriente) se pueden compartir, por lo que estos pueden ser componentes comunes tanto al convertidor elevador positivo como al negativo 526, 528.

Las FIGS. 4-6 muestran tres circuitos 550, 560 y 570 para implementar la PFC a partir de un suministro de CA. Los circuitos 550, 560, 570 contienen convertidores positivos 552, 562, 572 y convertidores negativos 554, 564, 574. El circuito en Negro se utiliza tanto para semiciclos positivos como negativos. Estos métodos se discuten bien en la literatura. El número de componentes no es el mismo para todas de las tres topologías. La selección de la topología (circuito) depende de varios factores tales como el nivel de energía, la arquitectura de control, etc. De los tres circuitos 550, 560, 570, el circuito 550 ofrece varias ventajas a niveles de energía inferiores, tales como alta eficiencia, coste bajo, implementación de control simple y menor número de piezas.

### Modo en batería

Haciendo referencia a la FIG. 7, con referencia adicional a la FIG. 1, en el funcionamiento en el modo de batería, el convertidor de extremo frontal 502 toma energía de entrada de la batería 508 como fuente de tensión y suministra energía tanto al bus positivo como al negativo 510, 512 de CC. La batería 508 se pueden conectar en diferentes configuraciones, tales como positiva no flotante, negativa no flotante, o flotante. La batería 508 proporciona una tensión positiva no flotante cuando el terminal negativo de la batería se conecta al neutro y proporciona tensión negativa no flotante cuando el terminal positivo de la batería se conecta al neutro. En la configuración flotante, ninguno de los terminales de la batería se conecta al neutro. La batería no flotante (un terminal de la batería se conecta al neutro) simplifica la detección de la tensión de la batería y también simplifica el control del cargador.

Las técnicas de implementación de conversión de energía son diferentes para baterías flotantes y no flotantes en la PFC. Las implementaciones conocidas utilizan convertidores elevadores y reductores-elevadores para sistemas de baterías no flotantes, como se muestra en la FIG. 7, y utilizan convertidores elevadores dobles para sistemas de baterías flotantes como se muestra en la FIG. 9.

### Convertidores elevadores y reductores-elevadores

Como se discutió anteriormente, se utiliza una tensión de CC de la batería 508 para obtener dos tensiones de salida de CC con diferentes polaridades. Se utiliza un convertidor elevador 580 para elevar la tensión de la batería a la tensión del bus de CC con la misma polaridad que la batería 508. El funcionamiento del convertidor elevador se discutió anteriormente en el modo de funcionamiento en línea. Se puede utilizar un convertidor reductor-elevador 590 para obtener una tensión de CC de la batería 508 con una polaridad opuesta a la de la batería 508.

Haciendo referencia a la FIG. 8, el convertidor reductor-elevador 590 incluye una parte reductora 592 y una parte elevadora 594. La parte reductora 592 incluye un conmutador 596 y un inductor 598, y la parte elevadora 594 incluye el inductor 598 y un diodo 600. Cuando el conmutador 596 está en ON (cerrado), la corriente que fluye a través del inductor 598 aumenta y almacena energía. Cuando el conmutador 596 está en OFF (abierto), la energía almacenada en el inductor 598 se transfiere al condensador 516. Por lo tanto, mientras el conmutador 598 está en ON el camino de la corriente es a través de la batería 508, el conmutador 596 y el inductor 598, y mientras el conmutador 596 está en OFF el camino de la corriente es a través del inductor 598, el condensador 516 y el diodo 600. Para una batería con una tensión de entre 120 VCC y 240 VCC y una tensión del bus de salida de +400 voltios, el conmutador 596 debería nominarse a 1200V cuando el conmutador 596 conmuta la tensión de la batería por encima de la tensión del bus de +CC. Además, el diodo 600 debería nominarse a 1200V.

El convertidor de extremo frontal 502 total utiliza dos convertidores (elevador 580 y reductor-elevador 590) para transferir energía desde la batería 508 a los buses 510, 512 de CC positivo y negativo. Los convertidores 580, 590 son convertidores separados y no comparten componentes durante el funcionamiento en batería. Debido a que los dos convertidores 580, 590 están separados y funcionan simultáneamente, para mejorar la eficiencia, en funcionamiento en batería, no se pueden implementar las soluciones de inductor único mostrada en las FIGS. 4 y 5.

### Convertidores elevadores dobles

Otro enfoque para la salida tanto de tensiones positivas como negativas desde una sola batería es mediante el uso de una batería flotante y una configuración 610 de convertidores elevadores doble como se muestra en la FIG. 9. En esta configuración, ninguno de los terminales de la batería se conecta al neutro, a diferencia del enfoque reductor-elevador. El funcionamiento del convertidor elevador doble se discute en la patente de EE.UU. N°. 5.654.591.

### Aplicaciones trifásicas

Las anteriores topologías de extremo frontal trifásicas típicamente han utilizado PFCs totalmente desacoplados, mientras que algunos han utilizado los PFCs parcialmente desacoplados a niveles de energía más bajos debido a un menor número de TCs y una mejor utilización de silicio y magnetismo. Por ejemplo, se discute un PFC trifásico, parcialmente desacoplado en la Patente de EE.UU. N°. 7.005.759, en la que se utilizan cuatro inductores para implementar el convertidor de extremo frontal trifásico en un sistema en línea. Haciendo referencia a la FIG. 10, que es la FIG. 3 en la patente de EE.UU. N°. 7.005.759, un convertidor de extremo frontal 620 trifásico incluye un conmutador  $S_0$  que se abre durante el funcionamiento en línea de tal manera que el PFC puede funcionar a partir de la CA de entrada a través de los inductores  $L_a$ ,  $L_b$ , y  $L_c$  y los diodos  $D_1$  a  $D_6$ . Los inductores  $L_a$ ,  $L_b$ ,  $L_c$  son inductores elevadores para la PFC trifásica. Se puede encontrar una descripción del funcionamiento de la PFC en "Quasi-Soft-Switching Partly Decoupled Three-phase PFC With Approximate Unity Power Factor" de David M. XU C.Yang J.H.Kong Zhaoming. Qian (IEEE, 1998). Durante el funcionamiento a batería, el conmutador  $S_0$  se cierra y la batería suministra la energía a los buses de cc. El inductor L se utiliza como inductor elevador en el modo de funcionamiento a batería. Los TCs no se muestran, pero estarían dispuestos entre  $L_a$  y  $D_1$ ,  $L_b$  y  $D_2$ ,  $L_c$  y  $D_3$  y entre la batería y L. Los documentos US6.266.260 y US6.181.581 son otros ejemplos de SAI de la técnica anterior con un convertidor de extremo frontal.

### Compendio

Un ejemplo de un convertidor de extremo frontal en un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) incluye: un circuito elevador tiene una primera y segunda entradas, un nodo positivo de salida, un nodo negativo de salida y un nodo de salida neutro, el circuito elevador configurado para rectificar la energía de corriente alterna (AC) entrante para proporcionar una tensión positiva a través de un condensador positivo acoplado entre el nodo positivo y el nodo neutro y para proporcionar una tensión negativa a través de un condensador negativo acoplado entre el nodo negativo y el nodo neutro; un inductor acoplado a la primera entrada del circuito elevador; una primera entrada de CA y una entrada de CA neutra juntas configuradas para recibir energía de corriente alterna, una batería que tiene un terminal negativo y un terminal positivo; un primer dispositivo acoplado, dispuesto, y configurado para acoplar selectivamente el inductor a una de las primeras entradas de CA o al terminal positivo de la batería; y un segundo dispositivo acoplado, dispuesto, y configurado para acoplar selectivamente el terminal negativo de la batería a la segunda entrada del circuito elevador; en el que el inductor se comparte entre un modo en línea del convertidor y un modo de batería del convertidor y la batería se acopla a través del inductor a la primera entrada del circuito elevador durante el modo de batería.

Las implementaciones de un convertidor de extremo frontal de este tipo pueden incluir una o más de las siguientes características. El convertidor incluye además un único transformador de corriente acoplado en serie con el inductor entre el primer dispositivo y la primera entrada del circuito elevador. El circuito elevador incluye primer y segundo conmutadores, y el convertidor incluye además un único controlador acoplado al transformador de corriente único, el nodo de salida positivo, el nodo de salida negativo, y los conmutadores primero y segundo, el controlador único que se configura para acoplarse a una salida de un inversor para acoplarse a los nodos positivo y negativo, en el que el único controlador se configura para: provocar, durante un semiciclo positivo de una tensión en la salida del inversor, que el segundo conmutador cierre y el primer conmutador abra y cierre con el fin de mantener una tensión en el nodo de salida positivo dentro de un primer rango deseado; y provocar que, durante un semiciclo negativo de una tensión en la salida del inversor, el primer conmutador cierre y el segundo conmutador abra y cierre con el fin de mantener una tensión en el nodo de salida negativo dentro de un segundo rango deseado. El convertidor incluye además un único controlador acoplado al primer y segundo dispositivos y configurados para: provocar que el primer dispositivo acople el inductor de la entrada de CA durante el modo en línea del convertidor y que acople el inductor al terminal positivo de la batería durante el modo de batería del convertidor; y provocar que el segundo dispositivo acople el terminal negativo de la batería al nodo neutro durante el modo en línea del convertidor y que acople el terminal negativo de la batería a la segunda entrada del circuito elevador durante el modo de batería del convertidor.

Adicional o alternativamente, las implementaciones del convertidor de extremo frontal pueden incluir una o más de las siguientes características. El circuito elevador incluye: diodos primero y segundo de entrada, con un ánodo del primer diodo de entrada y un cátodo del segundo diodo de entrada conectados a la primera entrada del circuito elevador y un ánodo del segundo diodo de entrada conectado a la segunda entrada del circuito elevador; diodos de salida primero y segundo; y conmutadores primero y segundo; en los que un ánodo del primer diodo de salida se conecta a un cátodo del primer diodo de entrada, un cátodo del segundo diodo de salida se conecta a un ánodo del segundo diodo de entrada, el primer conmutador se conecta en un extremo entre el primer diodo de entrada y el primer diodo de salida y en otro extremo a una conexión neutra, y el segundo conmutador se conecta en un extremo entre el segundo diodo de salida y el segundo diodo de entrada y en otro extremo a la conexión neutra. El convertidor incluye además: un tercer dispositivo acoplado al ánodo del primer diodo de entrada y a un cátodo del primer diodo de entrada y configurado para hacer un baipás selectivamente al primer diodo de entrada; y un controlador acoplado al tercer dispositivo y configurado para provocar que el tercer dispositivo cierre el baipás del primer diodo de entrada durante el modo de batería y para abrirse durante el modo en línea.

Adicional o alternativamente, las implementaciones del convertidor de extremo frontal pueden incluir una o más de las siguientes características. El segundo dispositivo se configura para acoplar selectivamente el terminal negativo

de la batería a uno de la segunda entrada del circuito elevador o del nodo negativo. El inductor es un primer inductor y la primera entrada de CA se configura para acoplarse a un primer terminal de fase de una fuente de CA trifásica, el convertidor que incluye además: una segunda entrada de CA configurada para acoplarse a un segundo terminal de fase de la fuente de CA trifásica; una tercera entrada de CA configurada para acoplarse a un tercer terminal de fase de la fuente de CA trifásica; un segundo inductor acoplado entre el segundo dispositivo y la segunda entrada del circuito elevador, el segundo dispositivo que se configura para acoplar selectivamente el segundo inductor a uno del terminal negativo de la batería o de la segunda entrada de CA; un cuarto dispositivo; y un tercer inductor acoplado entre el cuarto dispositivo y una tercera entrada del circuito elevador, el cuarto dispositivo que se configura para acoplar selectivamente el tercer inductor a la tercera entrada de CA. El circuito elevador incluye: primer y segundo diodos de entrada, con un ánodo del primer diodo de entrada y un cátodo del segundo diodo de entrada conectados a la primera entrada del circuito elevador y un ánodo del segundo diodo de entrada conectado a la primera entrada del circuito elevador y un ánodo del segundo diodo de entrada conectado a la entrada neutra de CA; diodos de entrada tercero y cuarto, con un ánodo del tercer diodo de entrada y un cátodo del cuarto diodo de entrada conectados a la segunda entrada del circuito elevador y un ánodo del cuarto diodo de entrada conectado a la entrada de CA neutra; y diodos de entrada quinto y sexto, con un ánodo del quinto diodo de entrada y un cátodo del sexto diodo de entrada conectados a la tercera entrada del circuito elevador y un ánodo del sexto diodo de entrada conectado a la entrada de neutra de CA; el convertidor que incluye además: un quinto dispositivo acoplado a un ánodo del cuarto diodo de entrada y a un cátodo del cuarto diodo de entrada y configurado para hacer un baipás selectivamente al cuarto diodo de entrada; y un controlador acoplado al quinto dispositivo y configurado para provocar que el quinto dispositivo cierre un baipás al cuarto diodo de entrada durante el modo de batería y lo abra durante el modo en línea. El convertidor incluye además un tercer dispositivo acoplado al ánodo del primer diodo de entrada y a un cátodo del primer diodo de entrada y configurado para hacer un baipás selectivamente al primer diodo de entrada, el controlador que se acopla al tercer dispositivo y configurado para provocar que el tercer dispositivo cierre un baipás del primer diodo de entrada durante el modo de batería y lo abra durante el modo en línea. El circuito elevador incluye: primer y segundo diodos de entrada, con un ánodo del primer diodo de entrada y un cátodo del segundo diodo de entrada conectados a la primera entrada del circuito elevador y un ánodo del segundo diodo de entrada conectado a la entrada de CA neutra; diodos de entrada tercero y cuarto, con un ánodo del tercer diodo de entrada y un cátodo del cuarto diodo de entrada conectados a la segunda entrada del circuito elevador y un ánodo del cuarto diodo de entrada conectado a la entrada de CA neutra; y quinto y sexto diodos de entrada, con un ánodo del quinto diodo de entrada y un cátodo del sexto diodo de entrada conectados a la tercera entrada del circuito elevador y un ánodo del sexto diodo de entrada conectado a la entrada de CA neutra; el convertidor que incluye además: un primer transformador de corriente acoplado entre los cátodos del primer, tercer y quinto diodos de entrada y un ánodo de un diodo de salida positivo del circuito elevador; y un segundo transformador de corriente acoplado entre los ánodos del segundo, cuarto y sexto diodos de entrada y un cátodo de un diodo de salida negativo del circuito elevador. El convertidor incluye además: un conmutador de batería de semiciclo positivo acoplado, dispuesto y configurado para acoplar selectivamente el terminal positivo de la batería al nodo neutro; un conmutador de batería de semiciclo negativo acoplado, dispuesto y configurado para acoplar selectivamente el terminal negativo de la batería al nodo neutro; y un controlador acoplado a los conmutadores de la batería de semiciclo positivo y negativo y configurado para provocar que el conmutador de semiciclo positivo se abra, aislando el terminal positivo de la batería desde el nodo neutro, y que el conmutador de semiciclo negativo se cierre, lo que acopla el terminal negativo de la batería al nodo neutro, durante un semiciclo positivo de una tensión de salida del inversor, y para provocar que el conmutador de semiciclo positivo se cierre, lo que acopla el terminal positivo de la batería al nodo neutro, y que el conmutador de semiciclo negativo se abra, aislando el terminal negativo de la batería desde el nodo neutro, durante un semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor. El primer y el segundo dispositivos son relés.

Un ejemplo de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), incluye: un convertidor de CC-CC de extremo frontal que incluye: entradas del convertidor configuradas para que se acople a una fuente de energía de CA; una salida de extremo frontal de CC positiva; una salida de extremo frontal de CC negativa; y una salida de extremo frontal neutra; el SAI que incluye además un condensador positivo acoplado entre la salida de extremo frontal de CC positiva y la salida de extremo frontal neutra; un condensador negativo acoplado entre la salida de extremo frontal de CC negativa y la salida de extremo frontal neutra; y un inversor de CC-CA acoplado a la salida de extremo frontal de CC positiva, la salida de extremo frontal de CC negativa, y la salida de extremo frontal neutra, y que incluye una salida del inversor de CC positiva y una salida del inversor de CC neutra; el convertidor de extremo frontal de CC-CC que incluye además: un circuito elevador; una batería; y un único inductor acoplado entre una entrada del circuito elevador y un dispositivo configurado para acoplar selectivamente el inductor a un terminal positivo de la batería o a una de las primeras entradas del convertidor.

Las implementaciones de un SAI de este tipo pueden incluir una o más de las siguientes características. El convertidor de extremo frontal de CC-CC se configura para hacer un baipás al diodo del convertidor durante un modo de batería del convertidor. El convertidor de extremo frontal de CC-CC incluye además un único transformador de corriente acoplado entre el dispositivo y la entrada del circuito elevador. Las entradas del convertidor se configuran para acoplarse a una fuente de energía de CA trifásica, el único inductor es un único primer inductor, el dispositivo es un primer dispositivo y la entrada del circuito elevador es una primera entrada del circuito elevador, el convertidor de extremo frontal de CC-CC que incluye además: un único segundo inductor acoplado entre una segunda entrada del circuito elevador y un segundo dispositivo configurado para acoplar selectivamente el segundo

inductor a un terminal negativo de la batería o a una segunda de las entradas del convertidor; y un único tercer inductor acoplado entre una tercera entrada del circuito elevador y un tercer dispositivo configurado para acoplar selectivamente el tercer inductor a una tercera de las entradas del convertidor. El convertidor incluye además dispositivos cuarto y quinto configurados para hacer un baipás a los diodos de entrada primero y segundo durante un modo de batería del convertidor. El convertidor incluye además: un sexto dispositivo configurado para acoplar selectivamente el terminal positivo de la batería a un nodo neutro del convertidor; y un séptimo dispositivo configurado para acoplar selectivamente el terminal negativo de la batería al nodo neutro del convertidor. El convertidor incluye además un controlador acoplado a los dispositivos cuarto, quinto, sexto y séptimo y configurado para provocar que: los dispositivos cuarto y quinto se cierren, lo que hace un baipás a los dispositivos de entrada primero y segundo durante el modo de batería del convertidor; el sexto dispositivo se abra, lo que aísla el terminal positivo de la batería desde el nodo neutro, y el séptimo dispositivo se cierre, lo que conecta el terminal negativo de la batería al nodo neutro, durante un semiciclo positivo de una tensión de salida del inversor; y que el sexto dispositivo se cierre, lo que conecta el terminal positivo de la batería al nodo neutro, y el séptimo dispositivo se abra, lo que aísla el terminal negativo de la batería desde el nodo neutro, durante un semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor.

Los ítems y/o las técnicas descritas en la presente memoria pueden proporcionar una o más de las siguientes capacidades. Por ejemplo, los convertidores de extremo frontal con componentes reducidos pueden proporcionar un coste menor del circuito total, alta eficiencia e implementación de control simplificada. Los componentes de tasa más baja se pueden utilizar en los convertidores, por ejemplo, los componentes de tasa de 600V de un sistema de 230V en contraposición a los componentes de tasa de 1200V. La eficiencia de los convertidores se puede mejorar. Se pueden utilizar los convertidores de extremo frontal con un único inductor, un único transformador de corriente y un único controlador, lo que reduce una cantidad de canales de conversión analógica-digital y reduce los costes. Se pueden utilizar los convertidores de extremo frontal que no contengan SCRs, que produce una eficiencia mejorada, que no disipa calor o lo reduce, y que reduce los costes en comparación con los convertidores con SCRs. Los convertidores de extremo frontal pueden utilizar baterías en configuraciones de tensión flotantes durante el funcionamiento en línea, lo que simplifica la circuitería de control del cargador. El espacio de las placas de circuitos impresos utilizado por los convertidores de extremo frontal se puede reducir y aumentar la densidad de la potencia.

Aunque se hayan descrito pares de ítems/técnicas y los efectos correspondientes, podría ser posible que se consiguiera un efecto destacado por medios distintos de los destacados, y un ítem/técnica destacado podría no necesariamente producir el efecto destacado.

### Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema SAI en línea.
- La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un inversor sin un transformador en un sistema SAI en línea.
- La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un circuito de corrección de potencia de una sola fase en un modo en línea.
- 35 Las FIGS. 4-6 son diagramas de circuitos de convertidores elevadores de extremo frontal para la implementación de la PFC a partir de un suministro de CA.
- La FIG. 7 es un diagrama de circuito del funcionamiento del convertidor de extremo frontal en un modo de batería de un SAI en línea.
- La FIG. 8 es un diagrama de circuito de un circuito típico de un convertidor reductor-elevador.
- 40 La FIG. 9 es un diagrama de circuito de una topología elevadora doble.
- La FIG. 10 es un diagrama de circuito de un convertidor de extremo frontal trifásico.
- La FIG. 11 es un diagrama de circuito de un convertidor de extremo frontal de un componente compartido en un modo en línea durante un semiciclo positivo de la tensión de entrada.
- 45 La FIG. 12 es un diagrama de circuito de un convertidor de extremo frontal de componente compartido en un modo en línea durante un semiciclo negativo de la tensión de entrada.
- La FIG. 13 es un diagrama de circuito del convertidor de extremo frontal de componente compartido en un modo en batería.
- La FIG. 14 es un gráfico de tiempo de estados de conmutación y corrientes respecto a un ciclo de tensión de salida del convertidor mostrado en la FIG. 10 en el modo en batería.
- 50 La FIG. 15 es un diagrama de circuito de un convertidor de extremo frontal de componente compartido alternativo en un modo en línea.

La FIG. 16 es un diagrama de circuito de un convertidor de extremo frontal trifásico de componente compartido en un modo en batería durante un semiciclo positivo de una tensión de salida del inversor.

La FIG. 17 es un diagrama de circuito del convertidor de extremo frontal trifásico de componente compartido que se muestra en la FIG. 16 en el modo en batería durante un semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor.

- 5 La FIG. 18 es un diagrama de circuito alternativo de un convertidor de extremo frontal trifásico de componente compartido en un modo en batería durante un semiciclo positivo de una tensión de salida del inversor.

La FIG. 19 es un diagrama de circuito del convertidor de extremo frontal trifásico de componente compartido que se muestra en la FIG. 18 en el modo en batería durante un semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor.

### Descripción detallada

- 10 La descripción proporcionada en la presente memoria describe, entre otras cosas, técnicas, realizadas en los métodos y/o aparatos, para proporcionar convertidores de extremo frontal, por ejemplo, para los SAI que contienen convertidores de extremo frontal de CA-CC conectados a inversores de CC-CA. Por ejemplo, se proporcionan convertidores de extremo frontal con componentes compartidos tanto para el funcionamiento en línea como en batería, y con la batería conectada en una configuración de tensión flotante. Los dispositivos, preferentemente relés,  
 15 conectan selectivamente el convertidor de extremo frontal a una fuente de CA durante el funcionamiento en línea, y conectan una batería al convertidor durante el funcionamiento en batería. Se comparte un único inductor entre los modos en línea y en batería, que acoplan bien la fuente de CA o la batería a un circuito elevador. Un convertidor de extremo frontal trifásico utiliza dispositivos, preferentemente relés, para conectar cada fase de entrada a un circuito elevador a través de un único inductor. El único inductor para cada una de las dos fases se comparte entre los  
 20 modos en línea y en batería. Los mecanismos de baipás se utilizan preferentemente para hacer un baipás a los diodos de entrada del circuito elevador durante el modo en batería. Además, bien el terminal positivo o el negativo de una batería se pueden conectar selectivamente al convertidor, y el otro terminal al neutro, lo que depende de un semiciclo de una tensión de salida del inversor. Otras realizaciones están dentro del alcance de la descripción.

### Circuitería monofásica

- 25 Con referencia a la FIG. 11, un convertidor 10 de extremo frontal, monofásico, de componente compartido, incluye los relés 12, 14, una batería 16, un inductor 18, un transformador de corriente (TC) 20, un controlador 22, los diodos 24, 26, 28, 30 y los conmutadores 32, 34. El convertidor 10 se conecta en su entrada a una fuente de alimentación 40 de CA y en su salida a los condensadores de bus positivo y negativo 36, 38, respectivamente. El convertidor 10 puede funcionar a partir del suministro de CA, así como de la batería 16 (tensión de CC) con un número reducido de  
 30 componentes. El convertidor 10 se diseña preferiblemente, aunque no necesariamente, para ser un sistema de 230 V, es decir, la batería 16 proporciona 230V de CC y el convertidor se puede conectar a una fuente 40 de 230V de CA. Los componentes del convertidor 10 están preferiblemente nominados alrededor de 600V o menos. El convertidor 10 no utiliza SCRs, y como se describe a continuación, la batería 16 se conecta al neutro durante el funcionamiento en línea. El convertidor 10 se conecta preferiblemente a un inversor como el mostrado en la FIG. 1.  
 35 Por lo tanto, se hace referencia a un inversor y a una salida del inversor más adelante, aunque no se muestran en la FIG. 11.

- El controlador 22 se acopla y se configura para controlar las condiciones y estados de influencia de los componentes del convertidor 10. El controlador 22 se conecta al TC 20 para recibir indicaciones de la corriente a través del TC. El controlador 22 también se conecta a los nodos 50 y 52 para controlar las tensiones de CC en los condensadores 36,  
 40 38. El controlador 22 también se conecta a los conmutadores 32, 34 para controlar los conmutadores 32, 34 para abrir (no conducir) o cerrar (conducir) cuando se desea. El controlador 22 coordina las transiciones entre los modos en línea y en batería debido a una o más condiciones relevantes, por ejemplo, una sobretensión de la fuente de CA, apagones, picos de tensión, regresar la tensión de la fuente de CA a las condiciones deseadas, etc. Alternativamente, el controlador 22 puede recibir las indicaciones de transiciones mediante un controlador separado  
 45 que coordina las transiciones, por ejemplo, que determina que ha ocurrido una condición de transición e instruye/inicia la transición.

- El inductor 18 y el TC 20 se comparten por ambos modos, en línea y en batería. El relé 12 se acopla y se configura para conectar selectivamente el inductor 18 a cualquiera de la fuente de CA 40 o del terminal positivo de la batería 16. El inductor 18 se conecta a través del TC 20 a convertidores elevadores positivo y negativo. El inductor 18 es el  
 50 único inductor en el convertidor 10. Por lo tanto, el convertidor 10 incluye sólo un único inductor. Aquí, un inductor "único" es una única inductancia en la localización del circuito mostrada, pero la inductancia puede componerse de múltiples dispositivos físicos. El relé 14 se configura y se acopla para conectar selectivamente el terminal negativo de la batería, ya sea al neutro (conectado a la fuente de CA 40), o al diodo 26, el conmutador 34, y al diodo 30.

- En el modo en línea, los relés 12, 14 se conectan a las posiciones normalmente abiertas (NO, normally-open) y el convertidor 10 de extremo frontal trabaja a partir de la tensión de entrada de CA de la fuente de CA 40. Durante el semiciclo positivo de la tensión de entrada, una parte del convertidor elevador positivo que comprende el inductor 18, el TC 20, el controlador 22, los diodos 24, 28 y el conmutador 32 convierte la tensión de entrada del semiciclo de CA positivo a una tensión de CC y proporciona esta tensión al condensador 36. Durante el semiciclo positivo, el

controlador 22 puede abrir el conmutador elevador 34 y controlar la tensión en el condensador 36 del bus de CC positiva y la corriente a través del TC 20. Sobre la base de la tensión y la corriente controladas, el controlador 22 abre y cierra el conmutador elevador 32 para mantener la tensión en el condensador 36 alrededor de un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseada. Una línea 42 muestra el recorrido de la corriente mientras el conmutador elevador 32 está encendido (cerrado/conduciendo) y una línea 44 muestra el recorrido de la corriente mientras el conmutador elevador 32 está apagado (abierto/sin conducir).

Con referencia a la FIG. 12, durante el semiciclo negativo, el controlador 22 puede abrir el conmutador elevador 32 y controlar la tensión en el condensador 38 del bus de CC negativa y la corriente a través del TC 20. Sobre la base de la tensión y la corriente controladas, el controlador 22 abre y cierra el conmutador elevador 34 para mantener la tensión en el condensador 38 alrededor de un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseada. Una línea 46 muestra el recorrido de la corriente mientras el conmutador elevador 34 está encendido (cerrado/conduciendo) y una línea 48 muestra el recorrido de la corriente mientras el conmutador elevador 34 está apagado (abierto/sin conducir).

Durante tanto el semiciclo positivo como el negativo de la fuente 40, el inductor 18 y el TC 20 llevan corriente. Por el contrario, los diodos 24, 26, 28, 30, los conmutadores 32, 34 y los condensadores 36, 38 conducen cada uno corriente durante solamente los respectivos semiciclos de la fuente de tensión 40 de entrada.

Con referencia a la FIG. 13, con referencia adicional a la FIG. 11, en el modo en batería los relés 12, 14 se conectan a sus posiciones normalmente cerradas (NC, normally-closed) y el convertidor de extremo frontal 10 trabaja a partir de la tensión de CC de la batería 16 y se aísla de la fuente de tensión 40 de CA. El controlador 22 controla el convertidor de extremo frontal 10 durante el funcionamiento en batería en sincronía con la tensión de salida de un inversor (no mostrado) conectado al convertidor 10 a través de los nodos 50, 52, cuando no está en sincronía con la tensión de entrada durante el funcionamiento en línea. Como se describe a continuación, los conmutadores 32, 34 están cada uno completamente cerrados durante un semiciclo de la tensión de salida y se abren y cierran según se desea en el otro semiciclo de la tensión de salida. Además, como se discutió anteriormente y a continuación, sólo se utiliza el único inductor 18 en el convertidor 10 para los dos semiciclos positivo y negativo de la entrada cuando el convertidor 10 está funcionando en el modo en línea, y para los dos semiciclos positivo y negativo de la tensión de salida cuando el convertidor 10 está funcionando en el modo en batería. También, sólo el único transformador 20 de corriente y sólo el único controlador 22 se pueden utilizar para hacer funcionar el convertidor 10 durante el funcionamiento tanto en línea como en batería, cuando el relé 14 se configura y se acopla para conectar selectivamente el terminal negativo de la batería bien al neutro o bien al diodo 26, al conmutador 34, y al diodo 30.

Durante el semiciclo positivo de la tensión de salida, el controlador 22 cierra el conmutador 34 y abre y cierra el conmutador 32 según se desee. El controlador 22 controla la corriente a través del TC 20 y la tensión en el nodo 50, determina una tasa de modulación de la anchura del pulso (PWM) que utiliza la tensión y la corriente controladas, y abre y cierra el conmutador 32 según la tasa de PWM determinada para mantener la tensión en el nodo 50 a alrededor de un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseado. Como se muestra mediante una línea 54, cuando el conmutador 32 se cierra, la corriente fluirá a través de la batería 16, el relé 12, el inductor 18, el TC 20, el diodo 24, el conmutador 32, el conmutador 34 y el relé 14. La corriente en el inductor 18 aumenta cuando el conmutador 32 se cierra y la energía se almacena en el inductor 18. Como se muestra mediante una línea 56, cuando el conmutador 32 se abre, la corriente fluirá a través de la batería 16, el relé 12, el inductor 18, el TC 20, el diodo 24, el diodo 28, el condensador 36, el conmutador 34 y el relé 14. La corriente del inductor disminuye cuando el conmutador 32 se abre porque la energía se toma del inductor 18 y se transfiere al condensador 36, lo que aumenta la tensión a través del condensador 36, es decir, en el nodo 50.

Durante el semiciclo negativo de la tensión de salida, el controlador 22 cierra el conmutador 32 y abre y cierra el conmutador 34 según se desee. El controlador 22 controla la corriente a través del TC 20 y la tensión en el nodo 52, determina una tasa de PWM al utilizar la tensión y la corriente controladas, y abre y cierra el conmutador 34 según la tasa de PWM determinada para mantener la tensión en el nodo 52 a alrededor de un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseado. Como se muestra mediante la línea 54, cuando el conmutador 34 se cierra, la corriente fluirá a través de la batería 16, el relé 12, el inductor 18, el TC 20, el diodo 24, el conmutador 32, el conmutador 34 y el relé 14. La corriente en el inductor 18 aumenta cuando el conmutador 34 se cierra y la energía se almacena en el inductor 18. Como se muestra mediante una línea 58, cuando el conmutador 34 se abre, la corriente fluirá a través de la batería 16, el relé 12, el inductor 18, el TC 20, el diodo 24, el conmutador 32, el condensador 38, el diodo 30 y el relé 14. La corriente del inductor disminuye cuando el conmutador 34 se abre, porque la energía se toma del inductor 18 y se transfiere al condensador 38, lo que aumenta la tensión en el condensador 38, es decir, en el nodo 52.

El funcionamiento del convertidor 10 en el modo en batería se ilustra en la FIG. 14. Como se muestra, en el semiciclo positivo de la tensión de salida, el conmutador 34 está conduciendo y el conmutador 32 se abre y cierra, lo que produce una corriente del inductor fluctuante no nula, una corriente fluctuante no nula a través del conmutador 34 y una corriente intermitente a través del conmutador 32. Como se muestra también, la corriente en el conmutador 32 se eleva durante el tiempo en el que el conmutador 32 está cerrado. En el semiciclo negativo de la tensión de salida, el conmutador 32 está conduciendo y el conmutador 34 se abre y cierra, lo que produce una corriente del inductor fluctuante no nula, una corriente fluctuante no nula a través del conmutador 32 y una corriente intermitente a



través de la conmutador 34. Como con el conmutador 32 en el semiciclo positivo, la corriente en el conmutador 34 se eleva durante el tiempo en el que el conmutador 34 está cerrado.

Otras realizaciones están dentro del alcance y el espíritu de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 15, un convertidor 60 de extremo frontal incluye componentes similares a los componentes del convertidor 10 mostrado en las FIGS. 11-13. El convertidor 60, sin embargo, incluye además un relé 62 y un controlador 64 que está configurado para controlar las tensiones y las corrientes y controlar los conmutadores 32, 34 de manera similar al controlador 22, pero también se acopla a, y se configurado para controlar, el relé 62. El relé 62 se acopla a través del diodo 24 y se configura para hacer un baipás selectivamente al diodo 24, con el diodo 24 que esencialmente se cortocircuita cuando el relé 62 está cerrado (conduciendo). El relé 62 tiene una pérdida menor que el diodo 24, y puede ser tan baja hasta que sea insignificante comparada con la pérdida en el diodo 24. El controlador 64 controla el modo del convertidor 60, es decir, si el convertidor 60 está en el modo en línea o en batería. El controlador 64 cierra el relé 62 durante el modo en batería y abre el relé 62 durante el modo en línea. Como la corriente fluye a través del diodo 24 del convertidor 10 durante ambos semiciclos (positivos y negativos) de la tensión de salida en el modo en batería, el relé 62 se cierra durante el modo en batería para reducir la pérdida de energía y mejorar la eficiencia al hacer pasar la corriente a través del relé 62 en lugar del diodo 24 durante el modo en batería del convertidor 60.

### Circuitería trifásica

Con referencia a la FIG. 16, se configura un convertidor de extremo frontal 110, trifásico, de componente compartido para utilizar inductores de extremo frontal en un modo en batería del funcionamiento. En comparación con el convertidor de extremo frontal 620 trifásico, el convertidor 110 tiene una batería 112 dispuesta aguas arriba desde un puente de diodos 114 en contraposición a las aguas abajo en el convertidor 620, y elimina el inductor L, lo que reduce así el coste del convertidor 110 en comparación con el convertidor 620. El convertidor 110 alcanza el funcionamiento del convertidor de extremo frontal del SAL en línea con solo tres inductores. El convertidor 110 se conecta preferiblemente a un inversor, como se muestra en la FIG. 1. Por lo tanto, se hace referencia a un inversor y una salida del inversor a continuación aunque no se muestran en la FIG. 16.

El convertidor 110 incluye los relés 122, 124, 126, los inductores 132, 134, 136, los relés 138, 140, los TCs 142, 144, los conmutadores 146, 148 y los diodos 150, 152. Los condensadores 154, 156 del bus se disponen entre los nodos 160, 162 que corresponden a los buses de CC positivo y negativo, respectivamente. El relé 122 se dispone, se acopla y se configura para conectar selectivamente el inductor 132 a bien al terminal positivo 113 de la batería 112 o bien a una primera entrada 166 de fase del convertidor 110 que corresponde a una primera salida de fase de una fuente 164. El relé 124 se dispone, se acopla y se configura para conectar selectivamente el inductor 134 bien al terminal negativo 115 de la batería 112 o a una segunda entrada 168 de fase del convertidor 110 que corresponde a una segunda salida de fase de la fuente 164. El relé 126 se dispone, se acopla y se configura para conectar selectivamente el inductor 136 a, o desconectar/desacoplar el inductor 136 de, una tercera entrada 170 de fase del convertidor 110 que corresponde a una tercera salida de fase de la fuente 164. Cada fase de la energía de la fuente 164 se conecta al puente de diodos 114 a través de un inductor único respectivo 132, 134, 136. La batería 112 se conecta a través de los relés 122, 124 y los inductores 132, 134 para proporcionar energía de entrada al puente de diodos de rectificación 114. El relé 138 se acopla en un extremo entre el inductor 132 y un ánodo de un diodo 172 del puente 114 y en el otro extremo a un cátodo del diodo 172. El relé 138 se acopla y se configura para hacer un baipás selectivamente y cortocircuitar esencialmente el diodo 172 en respuesta a una señal desde un controlador 180. El relé 140 se acopla en un extremo entre el inductor 134 y un cátodo de un diodo 174 del puente 114 y en el otro extremo a un ánodo del diodo 174. El relé 140 se acopla y se configura para hacer un baipás selectivamente y cortocircuitar esencialmente el diodo 174 en respuesta a una señal desde un controlador 180.

El controlador 180 se acopla y se configura para controlar las corrientes y tensiones y controla los estados de los relés 122, 124, 126, 138, 140. El controlador 180 se acopla a los TC 142, 144 para controlar las corrientes, se acopla a las entradas 166, 168, 170 para determinar la aceptabilidad de la energía de entrada, se acopla a la salida del inversor para controlar la tensión de salida, y se acopla a los relés 122, 124, 126, 138, 140 para proporcionar señales de control para establecer el estado (abierto/cerrado) de los relés 122, 124, 126, 138, 140.

En respuesta a determinar que la energía de entrada es aceptable, el controlador 180 establece al convertidor 110 en (o deja el convertidor 110 en) la condición en línea. Durante el funcionamiento en línea, el controlador 180 establece los relés 122, 124, 126 en sus posiciones NO que conectan la fuente 164 a los inductores 132, 134, 136. Además, el controlador 180 establece los relés 138, 140 a sus (aquí abierto) posiciones NC, de tal manera que la corriente fluirá a través de los diodos 172, 174 durante los semiciclos positivos y negativos de la primera y segunda fases de la fuente, respectivamente. El control del convertidor 110 durante el funcionamiento de CA (en línea) es similar al funcionamiento en línea que se describe en la Patente de EE.UU. N.º. 7.005.759 y en el documento IEEE de Xu al que se hizo referencia anteriormente.

En respuesta a determinar que la energía de entrada es inaceptable, el controlador 180 establece el convertidor 110 en (o deja el convertidor 110 en) un modo en batería. El controlador 180 envía señales a los relés 122, 124, 126 para establecer los relés 122, 124, 126 en sus posiciones NC. En sus posiciones NC, los relés 122, 124 conectan los terminales positivo y negativo de la batería 112 a los inductores 132, 134, respectivamente. En su posición NC, el

relé 126 aísla el inductor 136 desde la entrada 170 y desde la batería 112. También en respuesta a determinar que la energía de entrada es inaceptable, el controlador 180 envía señales para establecer los relés 138, 140 a sus posiciones NO (aquí conduciendo), respectivamente. En su posición de NO, el relé 172 hace un baipás, esencialmente que cortocircuita, al diodo 172 para conectar directamente con eficacia el inductor 132 al TC 142 con una corriente que fluye a través del relé 138. En su posición NO, el relé 140 hace un baipás, esencialmente que cortocircuita, al diodo 174 para conectar directamente con eficacia el inductor 134 al TC 144 con una corriente que fluye a través del relé 140.

El controlador 180 controla la tensión de salida del inversor, las tensiones en los nodos 160, 162 y la corriente a través del TC 142, 144, y controla los conmutadores 146, 148 para lograr las tensiones deseadas en los nodos 160, 162. En respuesta a determinar que la tensión de salida del inversor se encuentra en su semiciclo positivo, el controlador 180 envía una señal al conmutador 148 para cerrar, como se muestra en la FIG. 16. En respuesta a determinar que la tensión de salida del inversor se encuentra en su semiciclo negativo, el controlador 180 envía una señal al conmutador 146 para cerrar, como se muestra en la FIG. 17.

Con referencia la FIG. 16, durante el semiciclo positivo de la tensión de salida del inversor, el controlador 180 regula la apertura y el cierre del conmutador 146. El controlador 180 controla la corriente a través del TC 142 y la tensión en el nodo 160, determina una tasa de PWM al utilizar la corriente y la tensión controladas, y abre y cierra el conmutador 146 según la tasa de PWM determinada para mantener la tensión en el nodo 160 a aproximadamente un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseado. Como se muestra mediante una línea 182, cuando el conmutador 146 se cierra, la corriente fluirá a través de la batería 112, el relé 122, el inductor 132, el relé 138, el TC 142, el conmutador 146, el conmutador 148, el TC 144, el relé 140 y el inductor 134. La corriente en los inductores 132, 134 aumenta cuando el conmutador 146 se cierra y la energía se almacena en los inductores 132, 134. Como se muestra mediante una línea 184, cuando el conmutador 146 se abre, la corriente fluirá a través de la batería 112, el relé 122, el inductor 132, el relé 138, el TC 142, el diodo 150, el condensador 154, el conmutador 148, el TC 144, el relé 140 y el inductor 134. Con el conmutador 146 abierto, la energía se transfiere desde la batería 112 al condensador 154 del bus, lo que aumenta la tensión a través del condensador 154, es decir, en el nodo 160.

Con referencia a la FIG. 17, con referencia adicional a la FIG. 16, durante el semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor, el controlador 180 regula la apertura y el cierre del conmutador 148. El controlador 180 controla la corriente a través del TC 144 (y/o el TC 142) y la tensión en el nodo 162, determina una tasa de PWM al utilizar la corriente y la tensión controladas, y abre y cierra el conmutador 148 según la tasa de PWM determinada para mantener la tensión en el nodo 162 a aproximadamente un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseado. Como se muestra mediante una línea 186, cuando el conmutador 146 se cierra, la corriente fluirá a través de la batería 112, el relé 122, el inductor 132, el relé 138, el TC 142, el conmutador 146, el conmutador 148, el TC 144, el relé 140 y el inductor 134. La corriente en los inductores 132, 134 aumenta cuando el conmutador 148 se cierra y la energía se almacena en los inductores 132, 134. Como se muestra mediante una línea 188, cuando el conmutador 148 se abre, la corriente fluirá a través de la batería 112, el relé 122, el inductor 132, el relé 138, el TC 142, el conmutador 146, el condensador 156, el diodo 152, el TC 144, el relé 140 y el inductor 134. Con el conmutador 148 abierto, la energía se transfiere desde la batería 112 al condensador 156 del bus, lo que aumenta la tensión a través del condensador 156, es decir, en el nodo 162. Este funcionamiento es similar al que utilizan los convertidores elevadores dobles con batería flotante como se ha explicado anteriormente con referencia al funcionamiento del convertidor de extremo frontal monofásico.

Se podrían utilizar otras realizaciones de convertidores trifásicos. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 18, se configura un convertidor 210 de manera similar al convertidor 110 excepto que se proporcionan los dos relés 292, 294. El relé 292 se conecta al terminal positivo de la batería 112 y se conecta selectivamente a una línea neutra 296 o a un circuito abierto. El relé 294 se conecta al terminal negativo de la batería 112 y se conecta selectivamente a la línea neutra 296 o a un circuito abierto. Los conmutadores 292, 294 pueden ser FETs de baja tensión tasados para la tensión de la batería, por ejemplo, 230V. Se configura un controlador 280 para controlar los estados de los conmutadores 292, 294 además de configurarse con gran parte de la funcionalidad del controlador 180 descrito anteriormente. El funcionamiento del convertidor 210 en un modo en línea es similar al que se describe en la Patente de EE.UU. Nº. 7.005.759 y en el documento IEEE de Xu a los que se hizo referencia anteriormente. Al igual que con el convertidor 110, el convertidor 210 se conecta preferiblemente a un inversor a través de los nodos 160, 162, de forma similar a como se muestra en la FIG. 1, y por lo tanto al inversor y a su salida se les hace referencia a continuación, pero no se muestran en la FIG. 18. El controlador 280 controla la tensión de salida del inversor, las tensiones en los nodos 160, 162 y la corriente a través de los TCs 142, 144, y controla los conmutadores 146, 148, 292, 294 para lograr las tensiones deseadas en los nodos 160, 162. En respuesta a determinar que la tensión de salida del inversor está en su semiciclo positivo, el controlador 280 envía una señal al conmutador 294 para cerrar, como se muestra en la FIG. 18. Al igual que con el conmutador 148 en el convertidor 110, el conmutador 294 permanecerá cerrado durante el semiciclo positivo. El controlador 280 también envía señales a los conmutadores 292, 148 para abrirse, y estos conmutadores permanecerán abiertos durante el semiciclo positivo. En respuesta a determinar que la tensión de salida del inversor está en su semiciclo negativo, el controlador 280 envía una señal al conmutador 292 para cerrarse, como se muestra en la FIG. 19. Al igual que con el conmutador 146 en el convertidor 110, el conmutador 292 permanecerá cerrado durante el semiciclo negativo. El controlador 280 también envía señales a los conmutadores 294, 146 para abrirse, y estos conmutadores permanecerán abiertos durante el semiciclo negativo.

5 Durante el semiciclo positivo de la tensión de salida del inversor, el controlador 280 regula la apertura y cierre del conmutador 146. El controlador 280 controla la corriente a través del TC 142 y la tensión en el nodo 160, determina una tasa de PWM al utilizar la corriente y la tensión controladas, y abre y cierra el conmutador 146 según la tasa de PWM determinada para mantener la tensión en el nodo 160 a aproximadamente un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseado. Como se muestra mediante una línea 300, cuando el conmutador 146 se cierra, la corriente fluirá a través de la batería 112, el relé 122, el inductor 132, el relé 138, el TC 142, el conmutador 146, la línea neutra 296 y el conmutador 294. La corriente en el inductor 132 aumenta cuando el conmutador 146 se cierra y la energía se almacena en el inductor 132. Como se muestra mediante una línea 302, cuando el conmutador 146 se abre, la corriente fluirá a través de la batería 112, el relé 122, el inductor 132, el relé 138, el TC 142, el diodo 150, el condensador 154, la línea neutra 296 y el conmutador 294. Con el conmutador 146 abierto, la energía se transfiere desde la batería 112 al condensador 154 del bus, lo que aumenta la tensión a través del condensador 154, es decir, en el nodo 160.

15 Con referencia a la FIG. 19, durante el semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor, el controlador 280 regula la apertura y el cierre del conmutador 148. El controlador 280 controla la corriente a través del TC 144 y la tensión en el nodo 162, determina una tasa de PWM al utilizar la corriente y la tensión controladas, y abre y cierra el conmutador 148 según la tasa de PWM determinada para mantener la tensión en el nodo 162 a aproximadamente un nivel deseado, por ejemplo, dentro de un rango de tensión deseado. Como se muestra mediante una línea 304, cuando el conmutador 148 se cierra, la corriente fluirá a través de la batería 112, el conmutador 292, la línea neutra 296, el conmutador 148, el TC 144, el relé 140, el inductor 134 y el relé 124. La corriente en el inductor 134 aumenta cuando el conmutador 148 se cierra y la energía se almacena en el inductor 134. Como se muestra mediante una línea 306, cuando el conmutador 148 se abre, la corriente fluirá a través de la batería 112, el conmutador 292, la línea neutra 296, el condensador 156, el diodo 152, el TC 144, el relé 140, el inductor 134 y el relé 124. Con el conmutador 148 abierto, la energía se transfiere desde la batería 112 al condensador 156 del bus, lo que aumenta la tensión en el condensador 156, es decir, en el nodo 162.

25

**REIVINDICACIONES**

1. En un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), un convertidor de extremo frontal (110) que comprende:
- 5 una primera entrada de fase (166), una segunda entrada de fase (168) y una tercera entrada de fase (170); un circuito elevador que tiene una primera entrada del circuito elevador, una segunda entrada del circuito elevador y una tercera entrada del circuito elevador, un nodo de salida positivo (160), un nodo de salida negativo (162) y un nodo de salida neutro (Neu), el circuito elevador configurado para rectificar la energía de corriente alterna (CA) trifásica de entrada para proporcionar una tensión positiva a través de un condensador positivo (154) acoplado entre el nodo de salida positivo y el nodo de salida neutro y para
- 10 proporcionar una tensión negativa a través de un condensador negativo (156) acoplado entre el nodo de salida negativo y el nodo de salida neutro, el circuito elevador que comprende:
- un primer diodo de entrada (172) y un segundo diodo de entrada con un ánodo del primer diodo de entrada y un cátodo del segundo diodo de entrada conectados a la primera entrada del circuito elevador, y
- 15 un tercer diodo de entrada y un cuarto diodo de entrada (174) con un ánodo del tercer diodo de entrada y un cátodo del cuarto diodo de entrada conectados a la segunda entrada del circuito elevador, y
- un quinto diodo de entrada y un sexto diodo de entrada con un ánodo del quinto diodo de entrada y un cátodo del sexto diodo de entrada conectados a la tercera entrada del circuito elevador, y un primer diodo de salida y un segundo diodo de salida, en el que los cátodos del primer, tercer y quinto diodos de entrada se acoplan a un ánodo del primer diodo de salida, y en el que los ánodos del segundo, cuarto y sexto diodos de entrada se acoplan a un cátodo del segundo diodo de salida;
- 20 una batería (112) que tiene un terminal negativo y uno positivo; un primer dispositivo (122); un primer inductor (132) acoplado entre el primer dispositivo y la primera entrada del circuito elevador, en el que el primer inductor se comparte entre un modo en línea del convertidor y un modo en batería del convertidor, configurándose el primer dispositivo para acoplar selectivamente el primer inductor a uno de los terminales positivos de la batería o de la primera entrada de fase del convertidor;
- 25 caracterizado por que el convertidor comprende además:
- un segundo dispositivo (124);
- un segundo inductor (134) acoplado entre el segundo dispositivo y la segunda entrada del circuito elevador, configurándose el segundo dispositivo para acoplar selectivamente el segundo inductor a uno de los terminales negativos de la batería o a la segunda entrada de fase del convertidor;
- 30 un tercer dispositivo (126);
- un tercer inductor (136) acoplado entre el tercer dispositivo y la tercera entrada del circuito elevador, configurándose el tercer dispositivo para acoplar selectivamente el tercer inductor a la tercera entrada de fase del convertidor.
- 35 2. El convertidor de extremo frontal de la reivindicación 1 que además comprende: un primer transformador de corriente (142) acoplado entre los cátodos del primer, tercer y quinto diodos de entrada y el ánodo del primer diodo de salida (150) del circuito elevador; y un segundo transformador de corriente (144) acoplado entre los ánodos de los segundo, cuarto, y sexto diodos de entrada y el cátodo del segundo diodo de salida (152) del circuito elevador.
- 40 3. El convertidor de extremo frontal de la reivindicación 1 que comprende además un cuarto dispositivo (140) acoplado al ánodo del primer diodo de entrada y al cátodo del primer diodo de entrada y configurado para hacer un baipás selectivamente al primer diodo de entrada; y
- un controlador (180) acoplado al cuarto dispositivo y configurado para provocar que el cuarto dispositivo se cierre y haga un baipás al primer diodo de entrada durante el modo de batería y se abra durante el modo en línea.
- 45 4. El convertidor de extremo frontal de la reivindicación 3 que además comprende:
- un quinto dispositivo (138) acoplado al ánodo del segundo diodo de entrada y al cátodo del cuarto diodo de entrada y configurado para hacer un baipás selectivamente al cuarto diodo de entrada, acoplándose el controlador al quinto dispositivo y configurándose para provocar que el quinto dispositivo se cierre para hacer un baipás al cuarto diodo de entrada durante el modo en batería del convertidor y para abrirse durante el modo en línea del convertidor.
- 50

5. El convertidor de extremo frontal de la reivindicación 1 que además comprende un inversor de CC-CA acoplado al nodo de salida positiva, al nodo de salida negativa y al nodo de salida neutro, y que incluye una salida positiva del inversor de CC y una salida neutra del inversor de CC.
6. El convertidor de extremo frontal de la reivindicación 5 en el que el convertidor incluye además:
- 5 un sexto dispositivo (292) configurado para acoplar selectivamente el terminal positivo de la batería al nodo de salida neutro del convertidor; y
- un séptimo dispositivo (294) configurado para acoplar selectivamente el terminal negativo de la batería al nodo de salida neutro del convertidor.
7. El convertidor de extremo frontal de la reivindicación 6 en el que el convertidor incluye además un controlador (280) acoplado a los dispositivos sexto y séptimo y configurado para provocar que:
- 10 el sexto dispositivo se abra, lo que aísla el terminal positivo de la batería desde el nodo de salida neutro, y el séptimo dispositivo se cierre, lo que conecta el terminal negativo de la batería al nodo de salida neutro, durante un semiciclo positivo de una tensión de salida del inversor de CC-CA; y
- 15 el sexto dispositivo se cierre, lo que conecta el terminal positivo de la batería al nodo de salida neutro, y el séptimo dispositivo se abra, lo que aísla el terminal negativo de la batería desde el nodo de salida neutro, durante un semiciclo negativo de la tensión de salida del inversor de CC-CA.

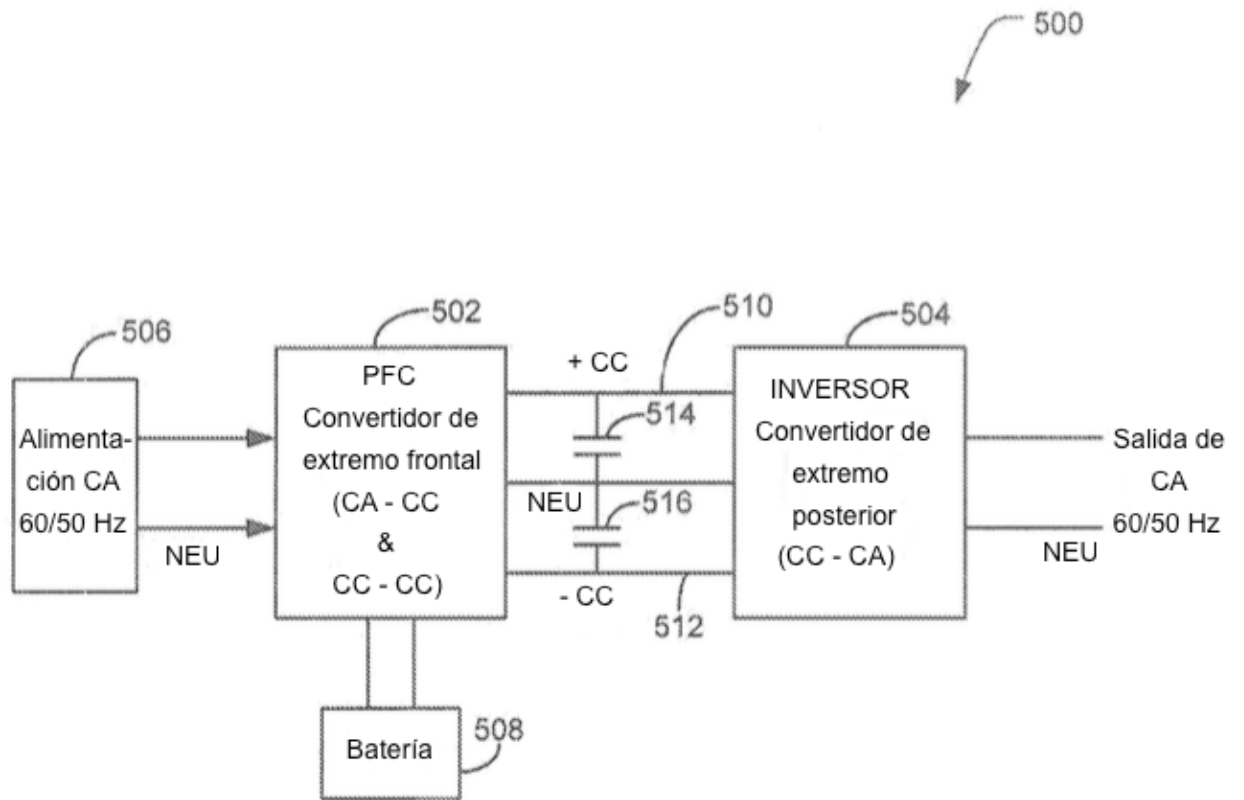


FIG. 1  
Técnica Anterior

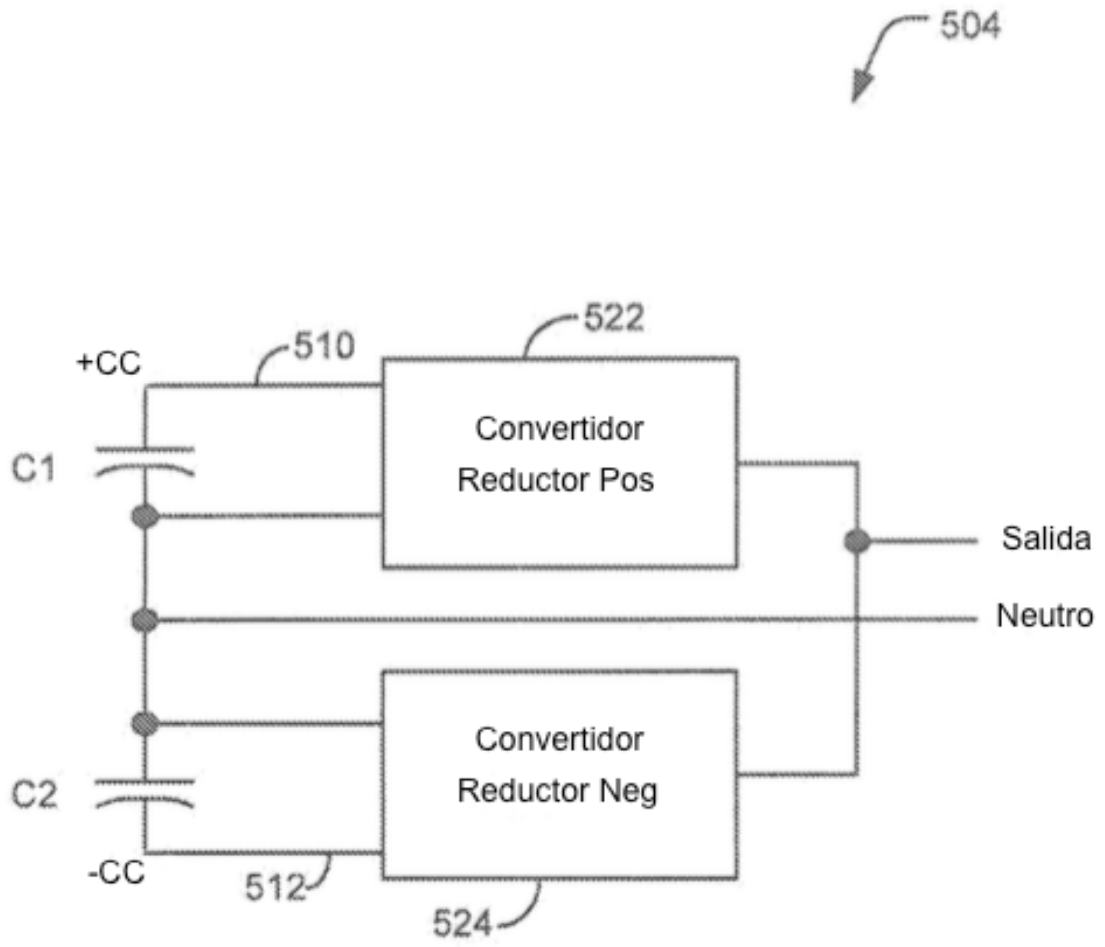
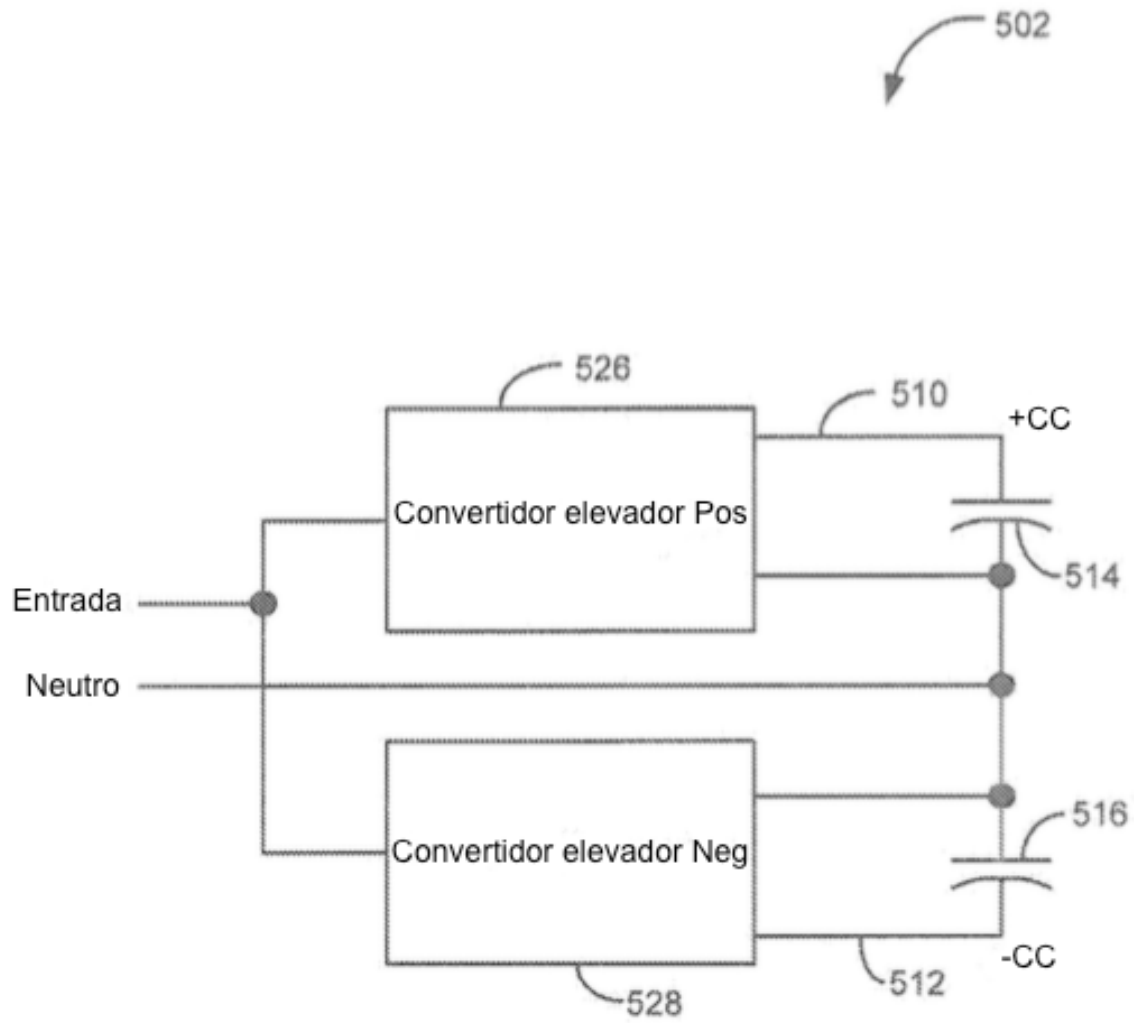


FIG. 2  
Técnica Anterior



*FIG. 3*  
*Técnica Anterior*



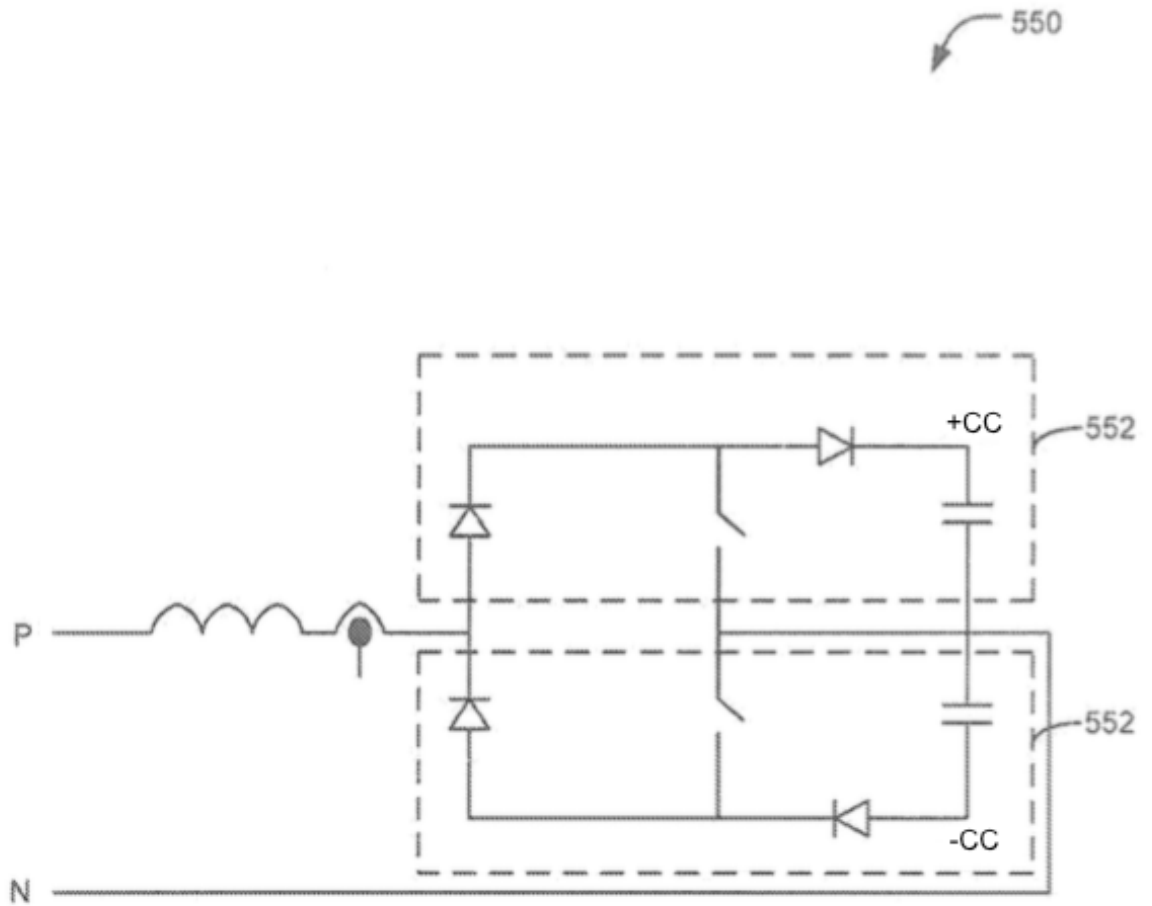


FIG. 4  
Técnica Anterior

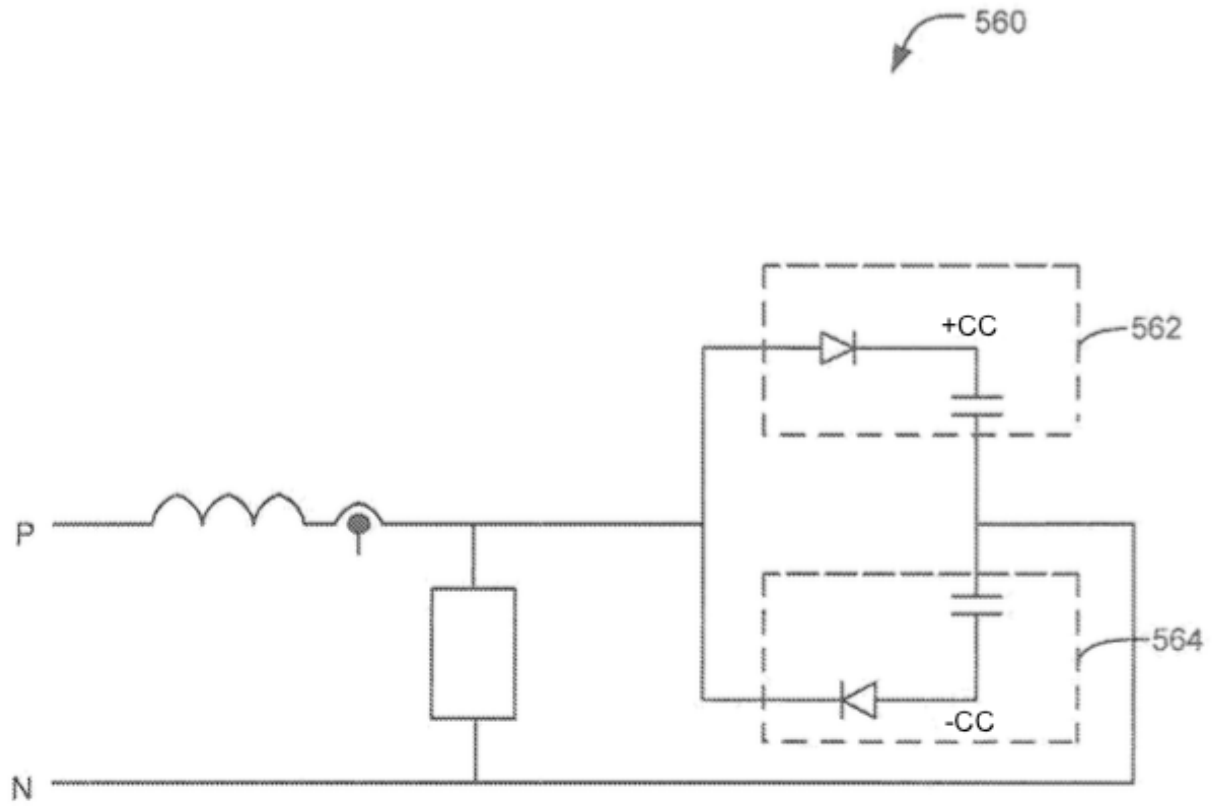


FIG. 5  
Técnica Anterior

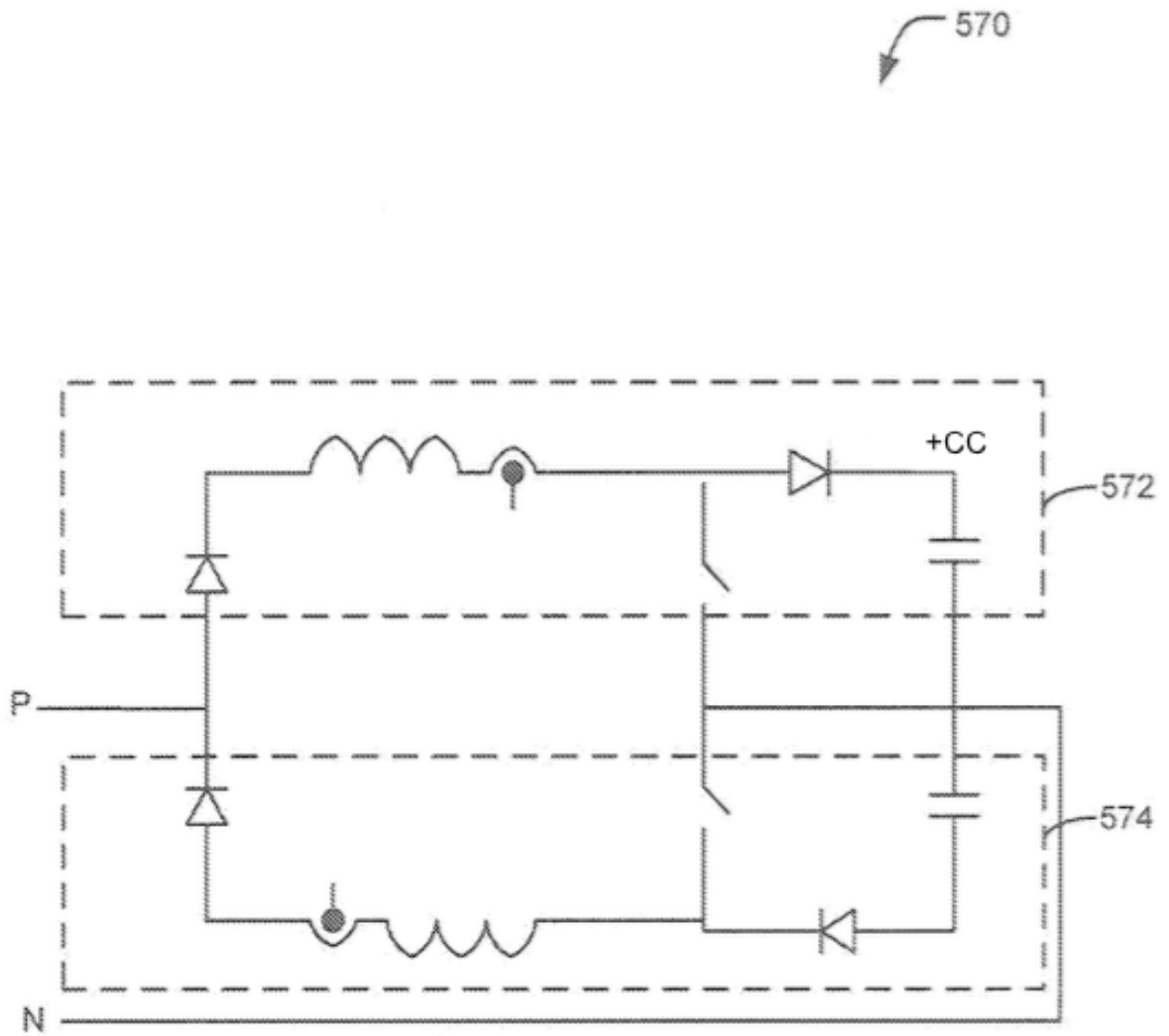
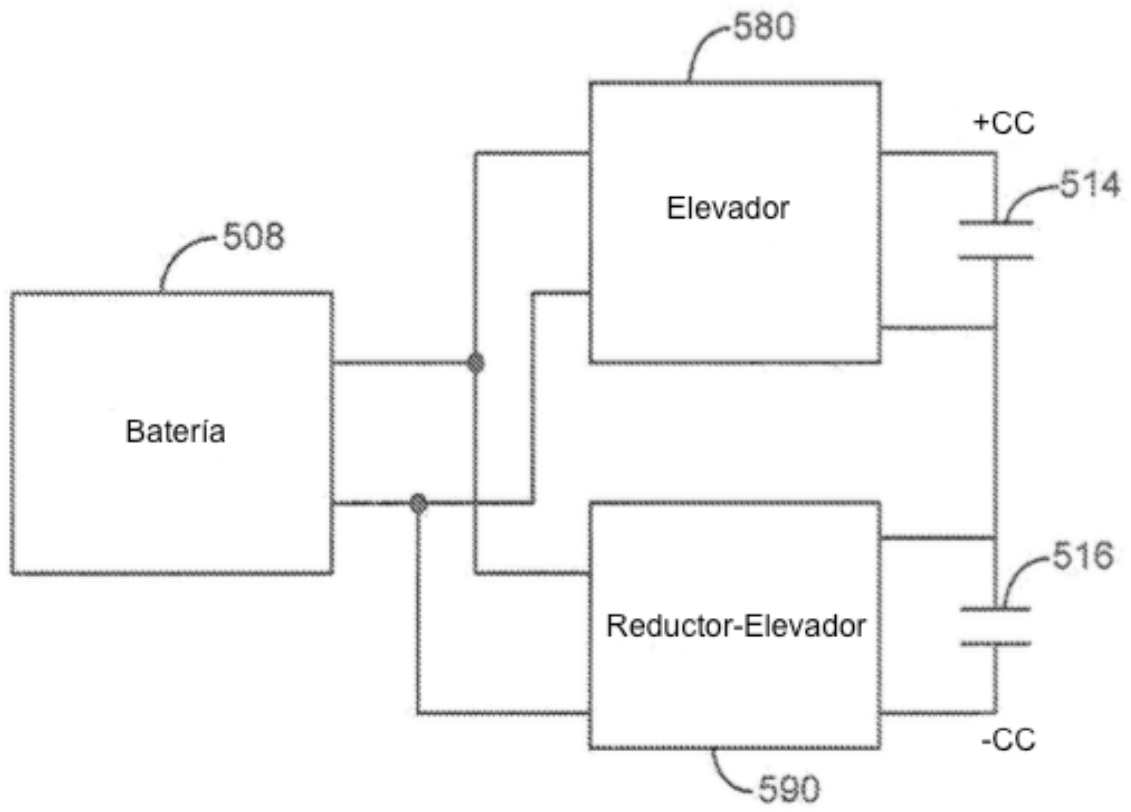


FIG. 6  
*Técnica Anterior*



*FIG. 7*  
*Técnica Anterior*

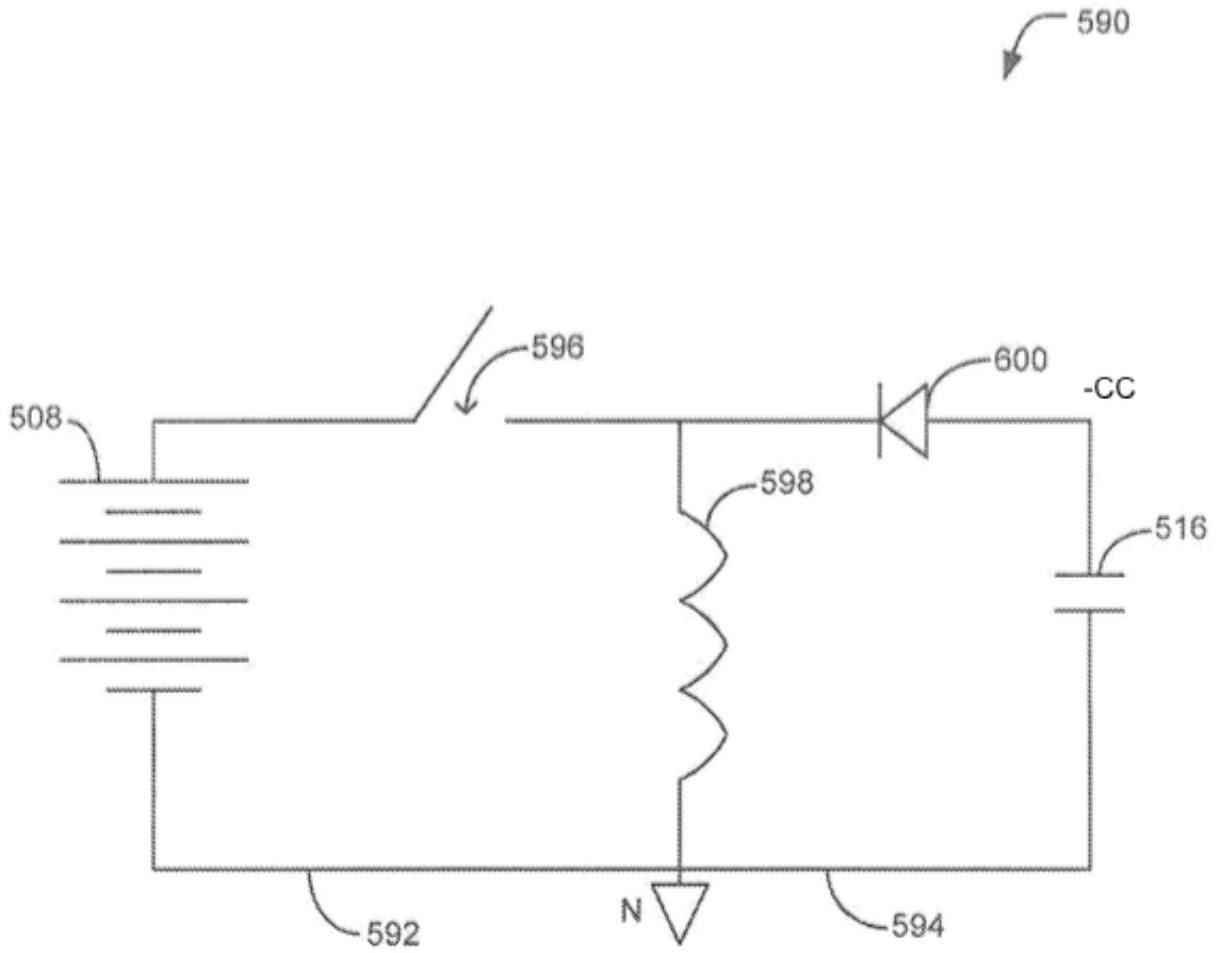
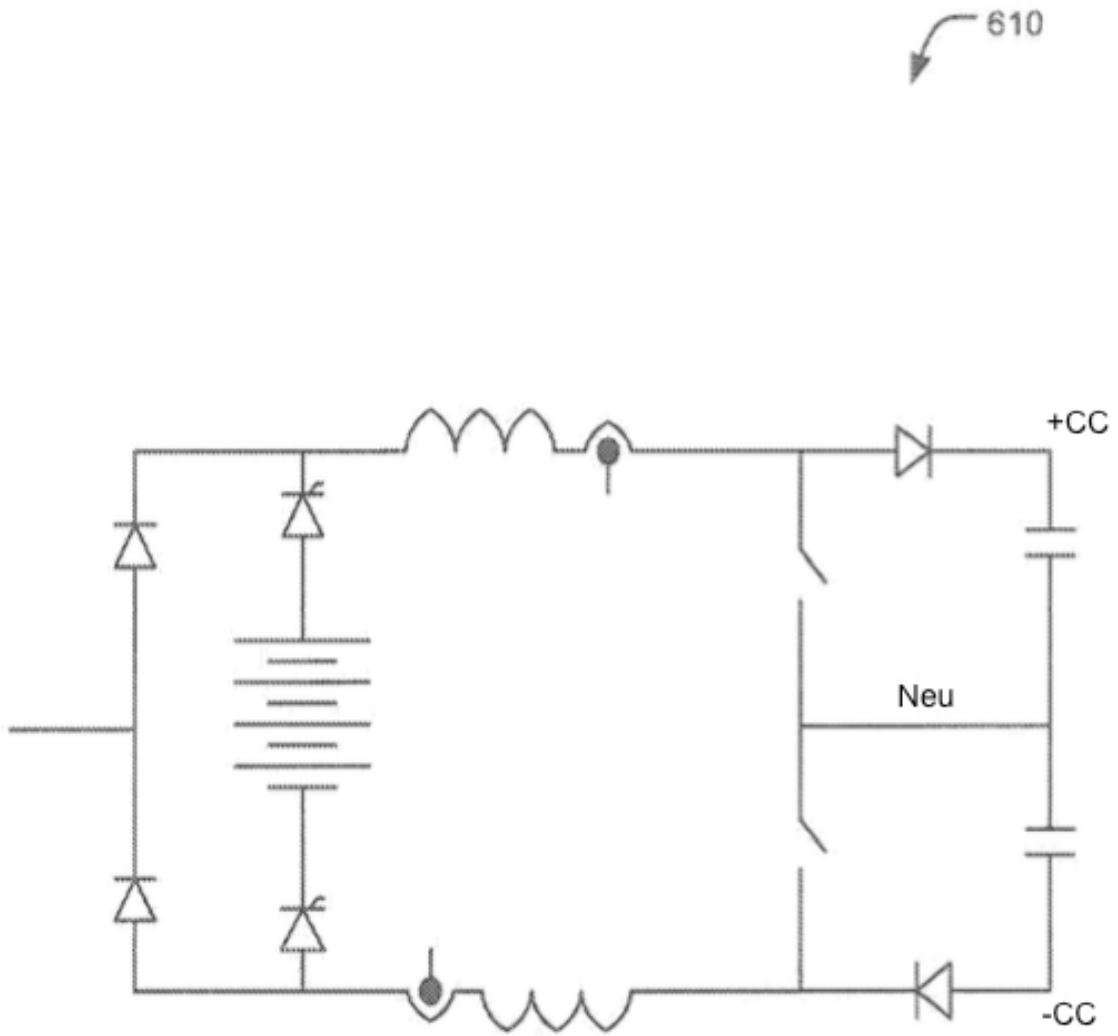


FIG. 8  
Técnica Anterior



*FIG. 9*  
*Técnica Anterior*

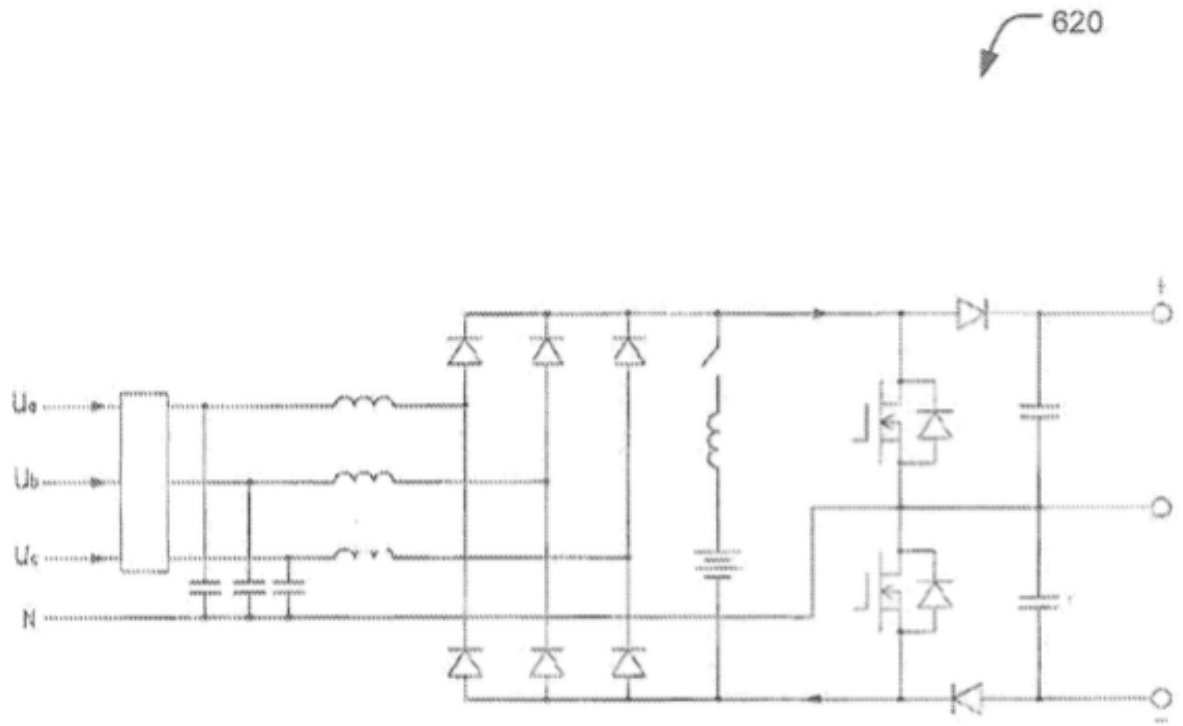


FIG. 10  
Técnica Anterior

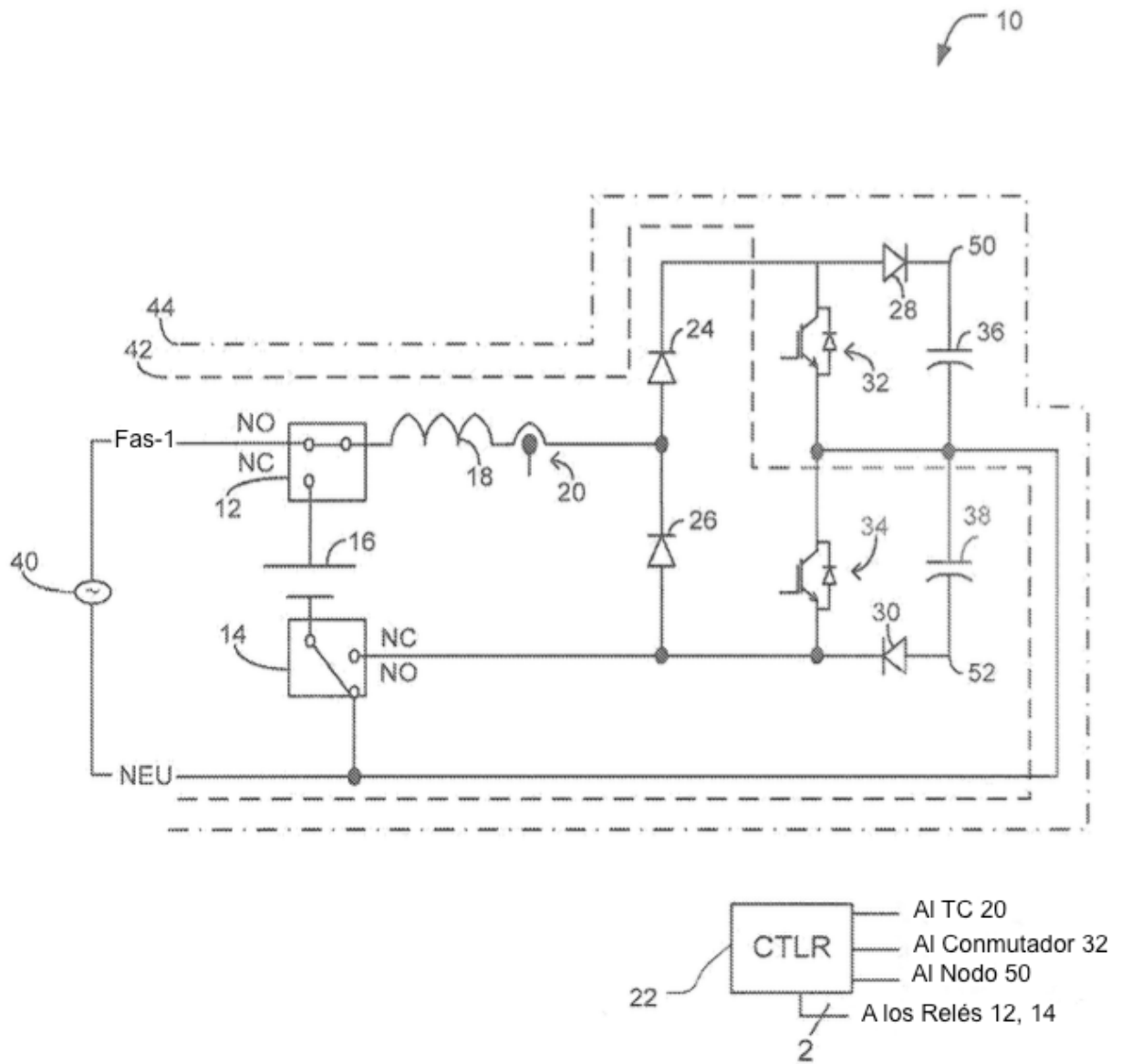


FIG. 11



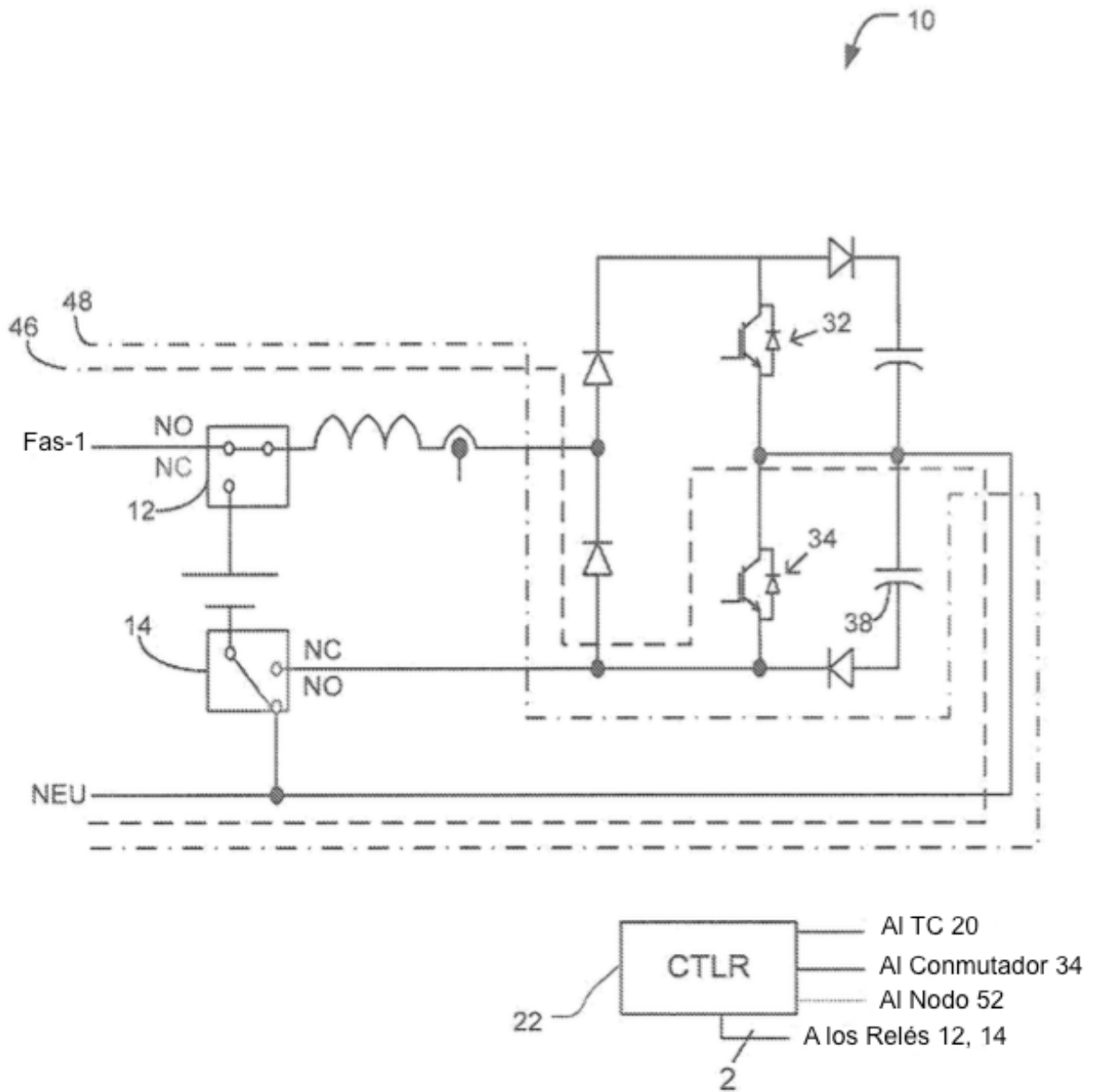


FIG. 12

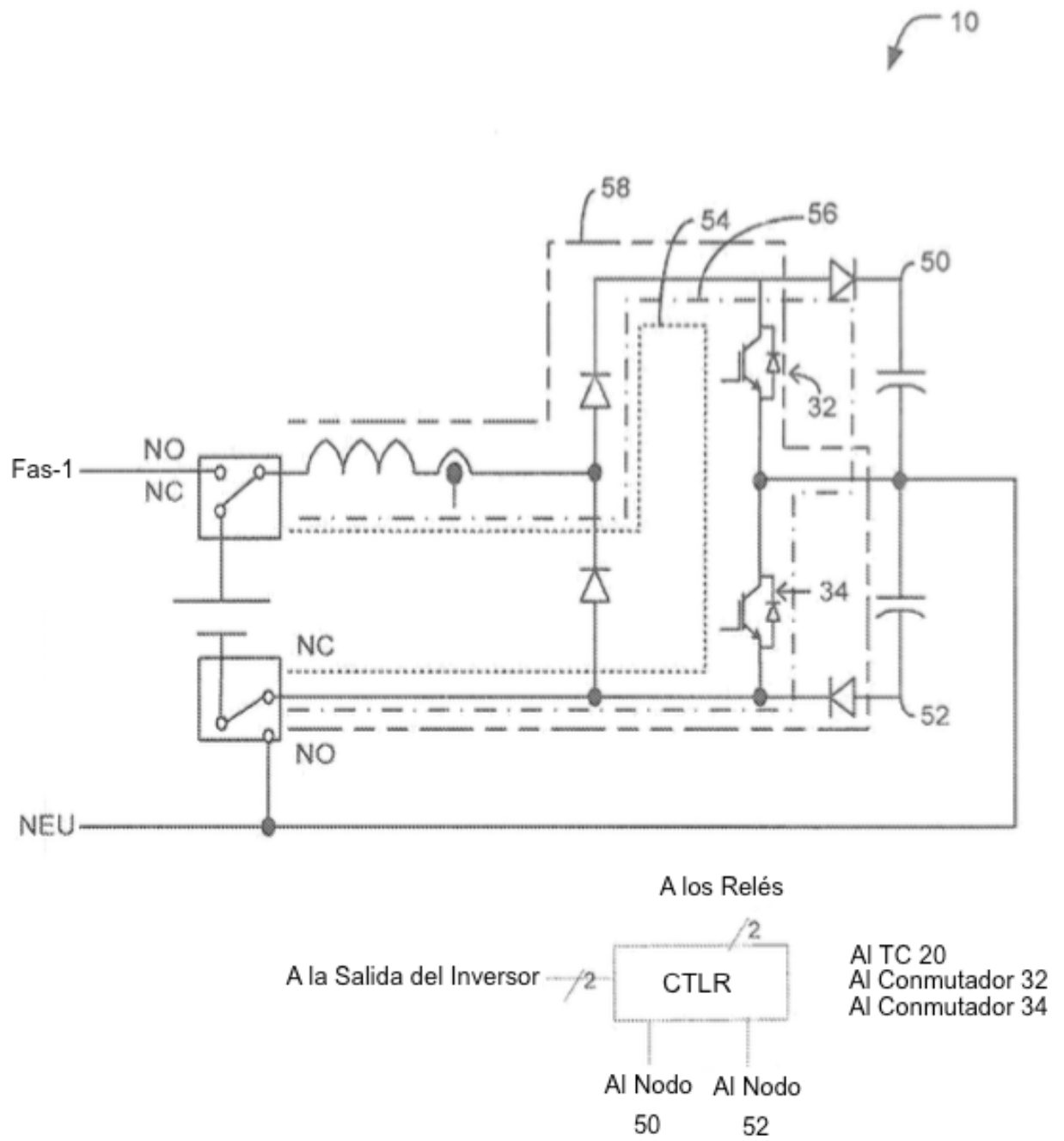


FIG. 13

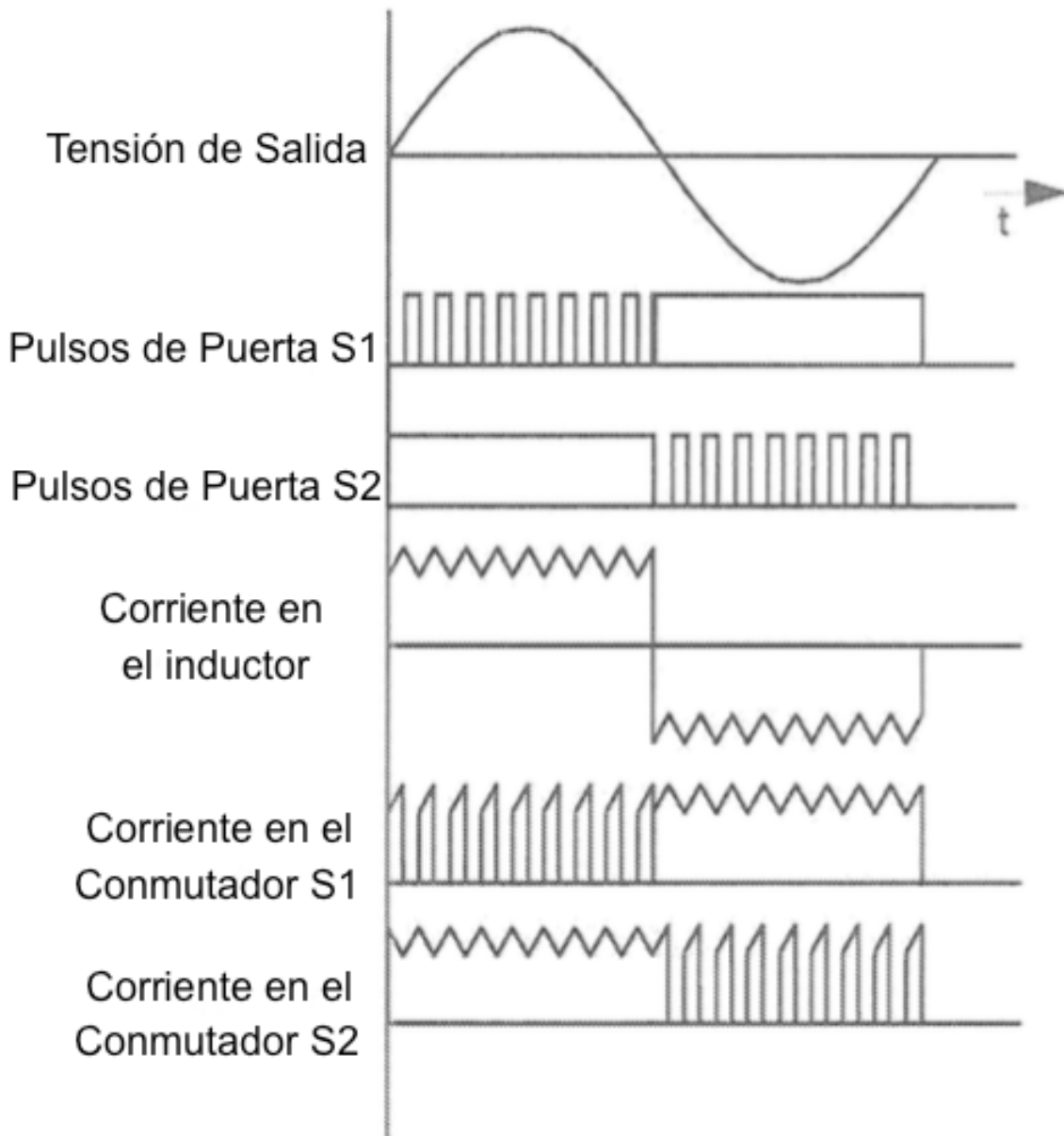


FIG. 14

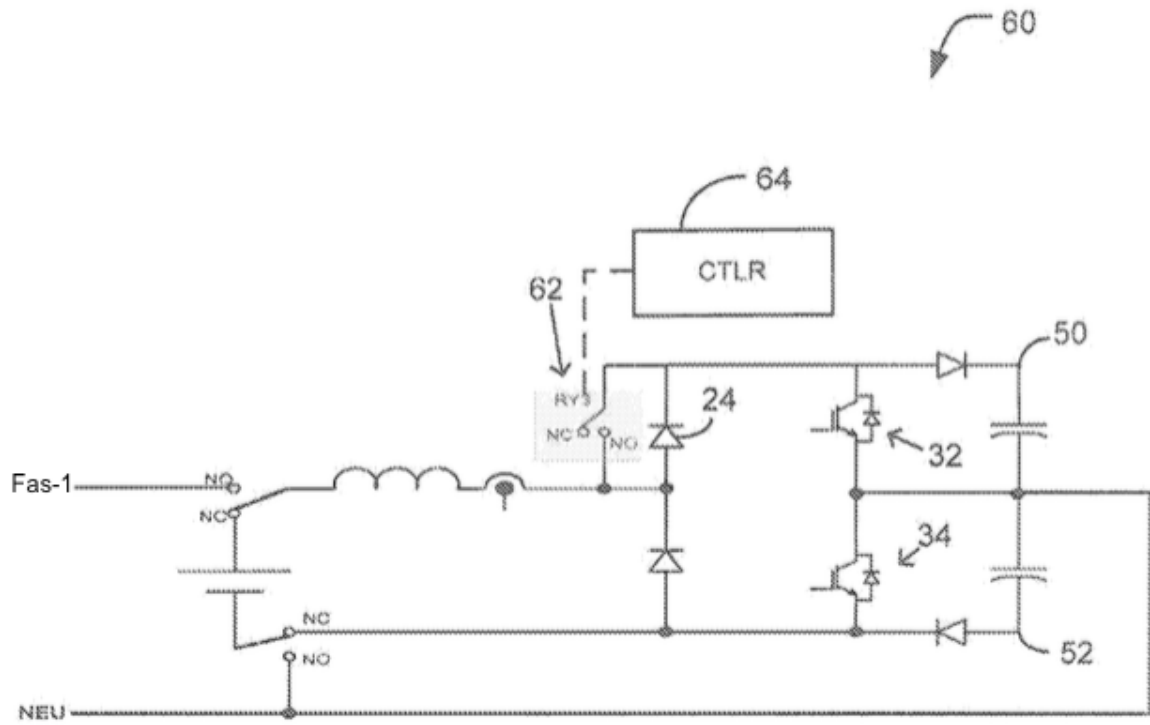


FIG. 15

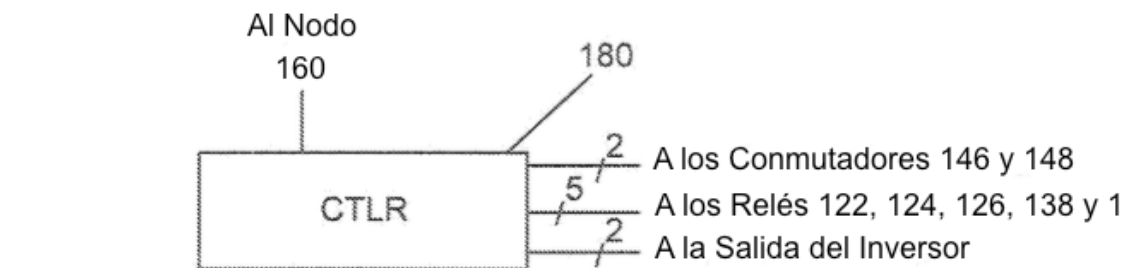
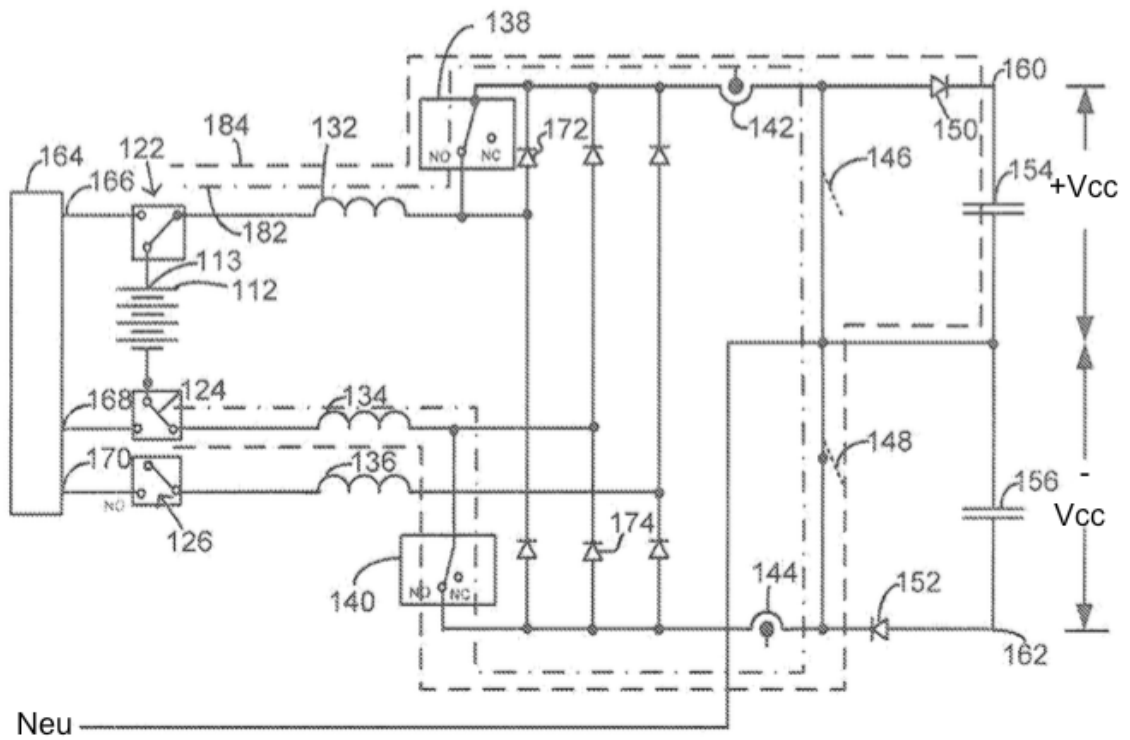


FIG. 16

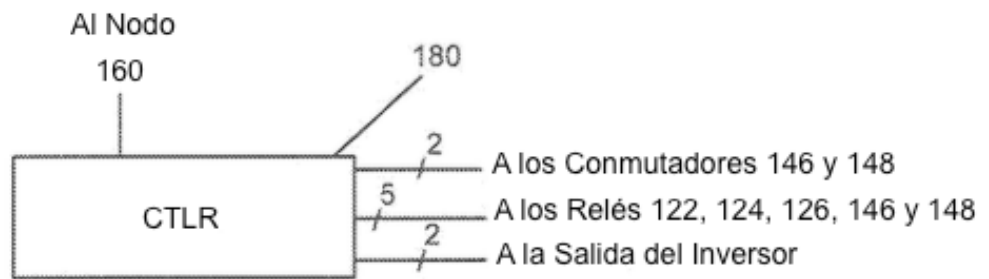
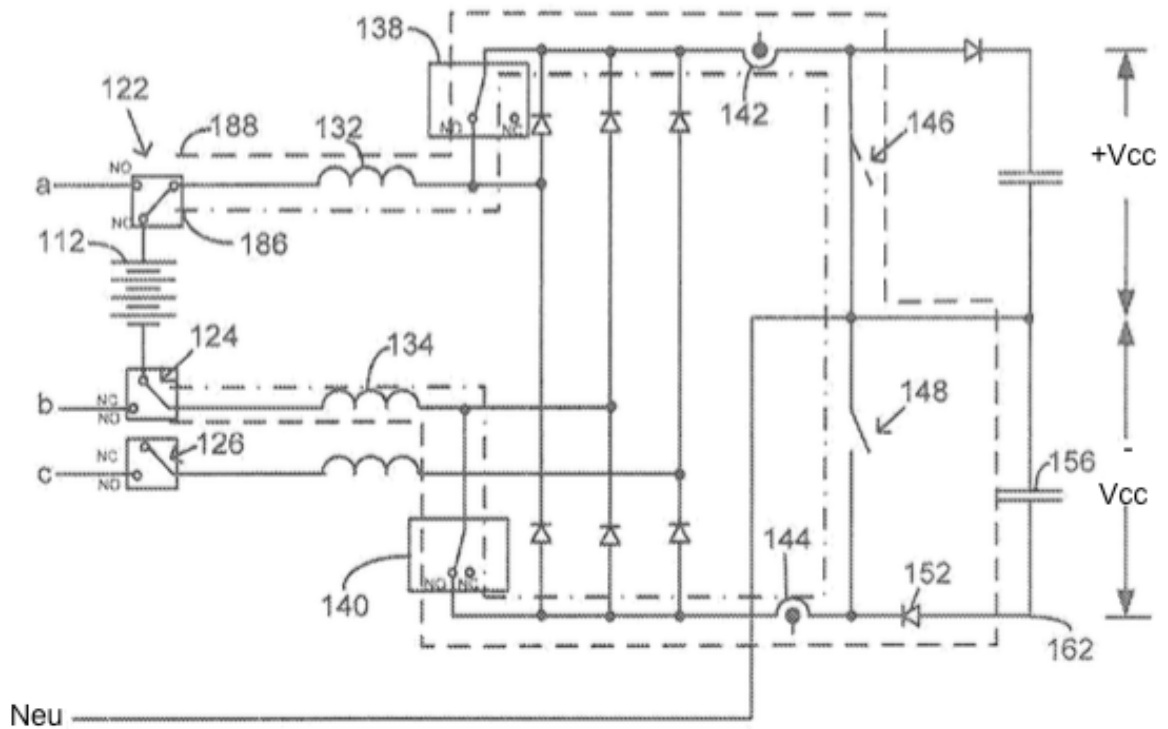


FIG. 17

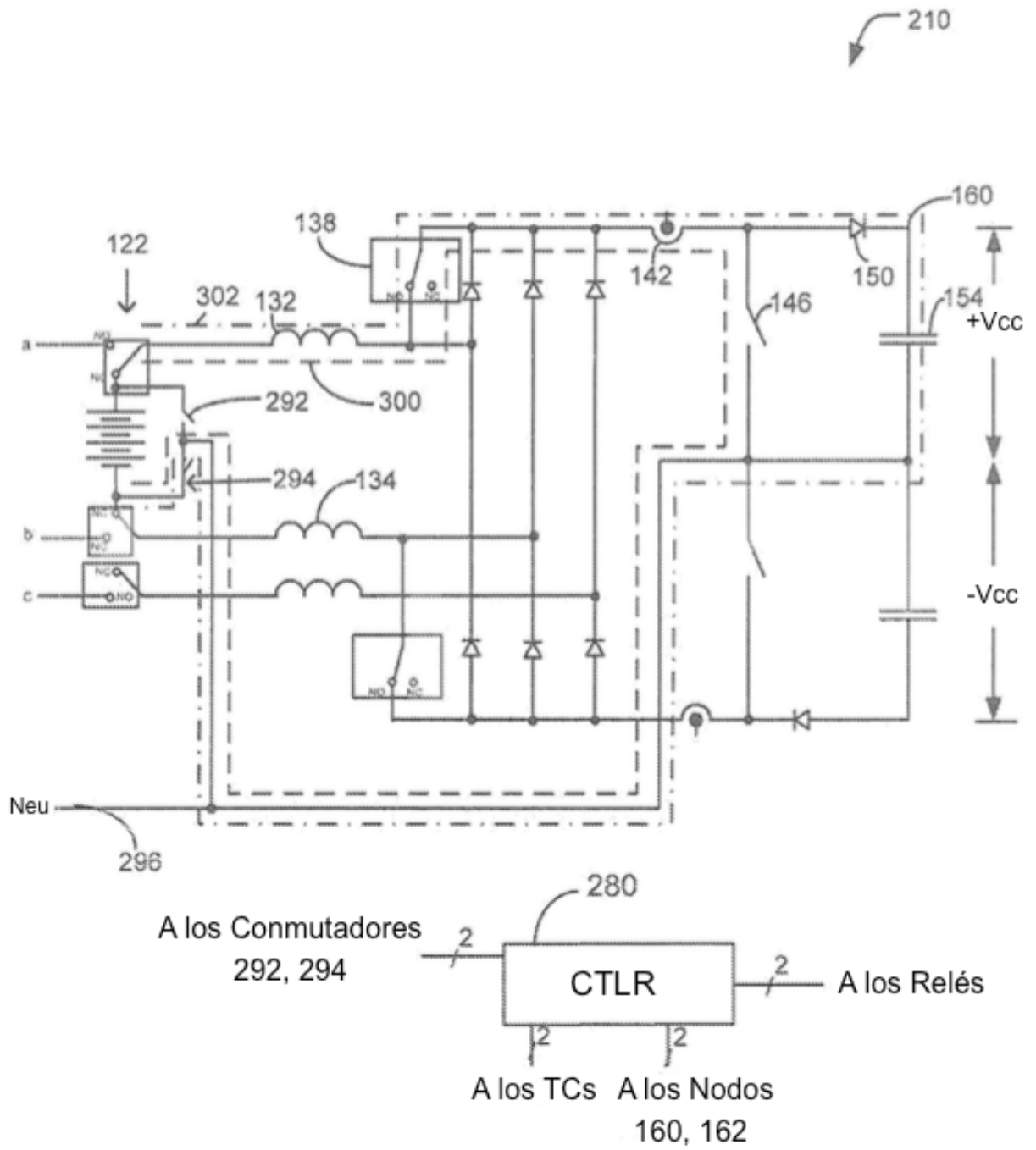


FIG. 18

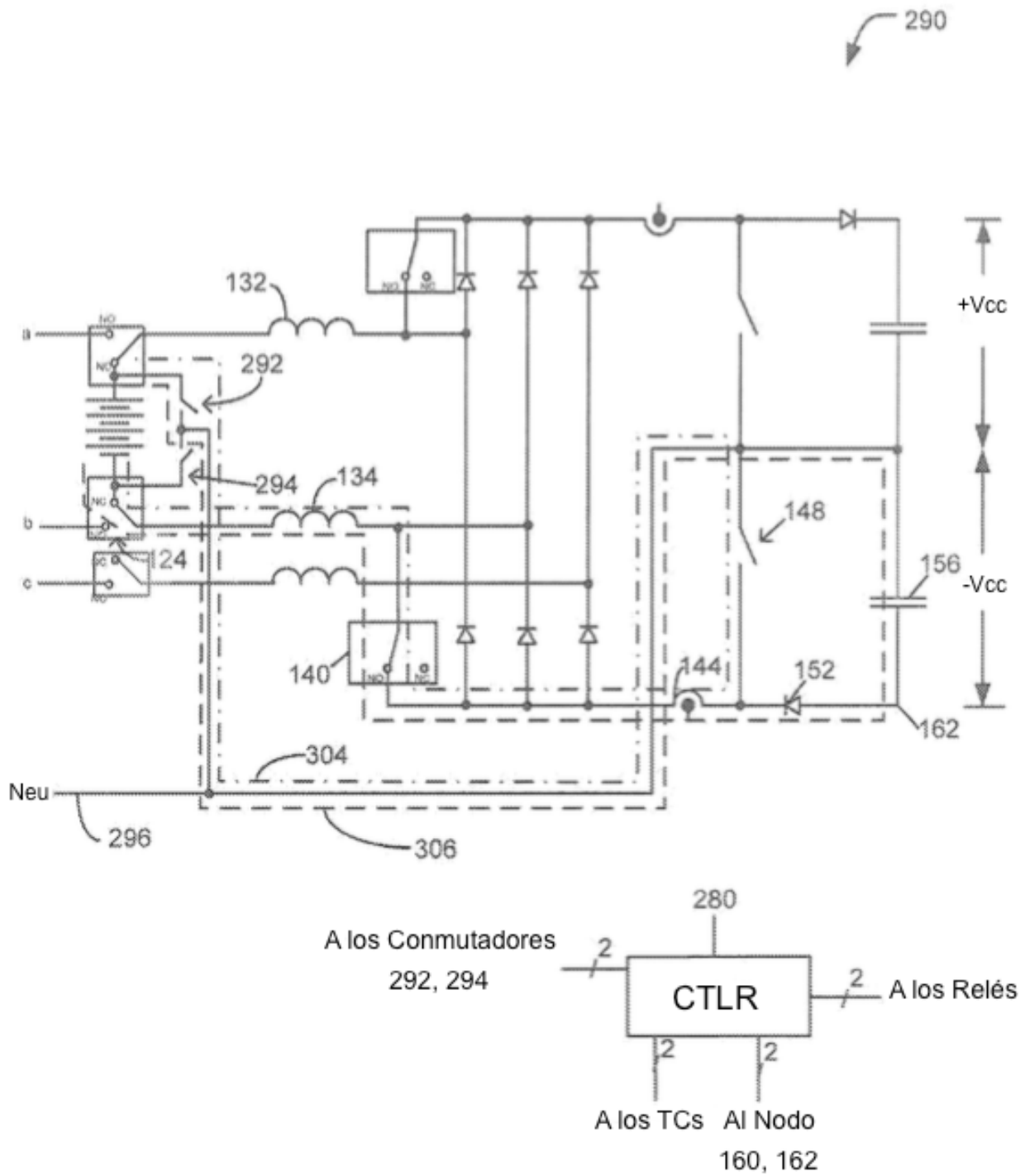


FIG. 19