

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 327**

51 Int. Cl.:

H02J 3/00 (2006.01)

H02J 9/00 (2006.01)

H02M 7/797 (2006.01)

H02J 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2012 PCT/IL2012/050129**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO12137210**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2012 E 12725527 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 2695290**

54 Título: **Fuente de alimentación ininterrumpible de múltiple entrada con salida de tensión en corriente alterna**

30 Prioridad:

06.04.2011 US 201161472518 P

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

06.04.2020

73 Titular/es:

**YAIRONIT LTD. (100.0%)
46 Herbert Samuel Street
6330303 Tel-Aviv, IL**

72 Inventor/es:

**ZILBERBERG, OFER y
FLAXER, ELI**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 752 327 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

Fuente de alimentación ininterrumpible de múltiple entrada con salida de tensión en corriente alterna

5 Campo de la invención

La presente invención está en el campo de las fuentes de alimentación ininterrumpibles.

Antecedentes de la invención

10 Lo suministros o fuentes de alimentación ininterrumpibles (UPS) se usan para proporcionar alimentación de emergencia a una carga cuando la fuente de alimentación de entrada, típicamente la red de la compañía, falla. Una UPS proporciona típicamente protección casi instantánea a partir de las interrupciones de la alimentación de entrada por medio de una o más baterías adjuntas y circuitos electrónicos asociados. El tiempo de marcha en batería de la mayor parte de las fuentes de alimentación ininterrumpibles es relativamente corto, por ejemplo de 5 a 15 minutos, pero suficiente para proporcionar un tiempo para introducir una fuente de alimentación auxiliar en la línea o detener apropiadamente el equipo protegido.

20 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de una disposición de UPS 100 fuera de línea de la técnica anterior. Cuando está disponible la alimentación normal (red), el selector 110 selecciona la alimentación de la red y la suministra a la carga. En paralelo, se alimenta al cargador 120 y carga la batería 130, que se conecta a un inversor 140 para convertir la alimentación en corriente continua (CC) desde las baterías 130 en una alimentación en corriente alterna (CA). Cuando la alimentación de la red no está disponible, el selector 110 conmuta para recibir alimentación desde el inversor 140, alimentado por las baterías 130. Sin embargo, la UPS fuera de línea básica tiene un cierto número de inconvenientes. Primero, puede tomar un tiempo apreciable mientras la alimentación de la red cae por debajo de un umbral, y el selector conmuta al inversor, dando como resultado por ello algún pequeño tiempo de alimentación interrumpida. Por lo tanto, para rectificar esto, puede elevarse el umbral; sin embargo, esto puede dar como resultado un mayor número de eventos de conmutación, algunos de los cuales pueden no ser apagones, sino pequeñas caídas o bajadas de potencia, reduciendo de ese modo la vida útil de la batería. Un ejemplo de dicha disposición de UPS puede verse en las Patentes de Estados Unidos N.º 4.823.247 y 5.081.367.

35 La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de una disposición de UPS 200 de línea interactiva de la técnica anterior, que es una mejora de la UPS fuera de línea de la Figura 1. El selector 210, cargador 220, baterías 230 e inversor 240, tienen una funcionalidad similar a la de sus partes correspondientes en la Figura 1, descrita anteriormente. Además, las baterías 230 alimentan un inversor 250, que contribuye a la alimentación de línea. En consecuencia, esta regulación interna del circuito de la red reduce la descarga de la batería durante pequeñas fluctuaciones en la forma de onda de la alimentación. Sin embargo, un inconveniente de esta disposición es que transitorios rápidos pasan con todo a través de la carga. Ejemplos de sistemas UPS en línea incluyen las Patentes de Estados Unidos N.º 4.313.060 y 6.201.371.

40 La Figura 3 es una representación en bloques esquemática de una disposición de UPS 300 de conversión dual de la técnica anterior. En esta disposición, el cargador 310, baterías 320, inversor 330 y selector 340 están en la ruta primaria, proporcionando de ese modo alimentación mientras se proporciona alimentación de red. Por ello, las baterías se recargan continuamente y proporcionan continuamente alimentación al inversor, que alimenta la carga. El selector puede derivar a las baterías, por ejemplo cuando la alimentación de red se ha restituido y las baterías están agotadas. Sin embargo, aunque la disposición de conversión dual supera algunos inconvenientes de las otras disposiciones, se basa continuamente en la alimentación de la batería y en un inversor, proporcionando de ese modo alimentación con muy baja eficiencia. Ejemplos de sistemas de UPS interactivos en línea incluyen las Patentes de Estados Unidos N.º 4.719.550 y 4.782.241.

50 Finalmente la Figura 4 es una representación en bloques esquemática de una disposición de UPS 400 de conversión en delta de la técnica anterior. El cargador 410, baterías 420 e inversor 430 tienen funcionalidad similar a la de disposiciones previas. El inversor interno 440 proporciona regulación interna similar a la disposición de línea interactiva de la Figura 2. En la UPS de conversión en delta, sin embargo, el selector es sustituido por un nodo de suma 450. Por lo tanto, en lugar de seleccionar qué fuente de alimentación usar, lo que puede producir retardos de detección y conmutación, el nodo de suma proporciona la alimentación de la carga desde ambas fuentes simultáneamente, extrayendo la alimentación requerida desde el inversor alimentado por la batería 440 para corregir el nivel de alimentación de la red. Sin embargo, aunque una mejora de las otras disposiciones, la UPS de conversión en delta también padece de desventajas. En particular, cualquier transitorio rápido de la alimentación de red pasará a la carga debido al tiempo de respuesta limitado del inversor y a la arquitectura de la regulación de la conversión en delta. Además, la conversión en delta extrae la alimentación del inversor alimentado por la batería con cualquier fluctuación de tensión, independientemente de lo pequeña que sea. Un ejemplo de un sistema de UPS de conversión en delta incluye la patente de Estados Unidos N.º 6.768.223.

65 Existe una necesidad de una disposición de UPS que supere al menos algunos de los inconvenientes anteriores de las disposiciones de UPS de la técnica anterior.

El documento WO 2008/024529 enseña un convertor de alimentación y procedimiento para controlar el mismo, que comprende una pluralidad de elementos de conmutación, un reactor inductivo y al menos dos puertos para el movimiento de la energía eléctrica. Cualquier puerto de movimiento de energía puede ser unipolar, bidireccional, bipolar, o bidireccionalmente bipolar. Los puertos pueden estar equipados con circuitos de detección para permitir que se controle la salida del convertidor en respuesta a una señal de entrada. El convertidor de alimentación puede configurarse para usarse en muchas formas, por ejemplo, como una fuente de alimentación, como un amplificador, o como un convertidor de frecuencia. El convertidor de alimentación puede comprender medios de cálculo predictivo de la energía para obtener una respuesta a transitorios excelente ante variaciones de la línea y la carga. El convertidor de alimentación puede incluir también un interruptor para crear un recorrido de baja impedancia alrededor del inductor para permitir que la corriente se recircule a través del inductor cuando no hay necesidad de ninguno de los puertos.

El documento US 2010/148587 enseña un convertidor CC-CC de entrada múltiple que es capaz de una diversificación de la alimentación entre diferentes fuentes de energía con diferentes características de tensión-corriente. El convertidor es capaz de una operación bidireccional en los modos de reductor, elevador y reductor-elevador y proporciona una tensión de salida positiva sin necesidad de un transformador.

Pradeep K Sood et al. en "Power conversion distribution system using a high-frequency AC link", IEEE transactions on industry applications, vol. 24 n.º 2, 1 de abril de 1988, páginas 288-300, enseña una configuración de sistema de conversión de alimentación basándose en un enlace de tensión monofásico de 20 kHz para sistemas que tienen requisitos de alimentación distribuida. La configuración propuesta permite flexibilidad en la elección de los niveles de tensión en el sistema sin la penalización de voluminosos componentes magnéticos, tiene una respuesta del sistema rápida, alta eficiencia, y libre de ruido acústico y proporciona un alto grado de uniformidad y facilidad de implementación. Se propone un convertidor de conmutación de paso por cero de densidad de pulsos modulada como el convertidor de interfaz básico. Se muestra que la técnica de modulación de densidad de pulsos (PDM) permite una síntesis de baja distorsión de la amplitud en CC fija o variable y de la frecuencia fija o variable, CA mono o trifásica a partir de pulsos de semiciclos de la tensión del enlace. El documento describe un sistema de placa base experimental que se ha construido para verificar experimentalmente los modelos y para complementar el trabajo teórico.

Sumario de las realizaciones de la invención

La presente invención proporciona un módulo de acuerdo con la reivindicación 1, una fuente de alimentación ininterrumpible de acuerdo con la reivindicación 11 y un uso de un módulo de acuerdo con la reivindicación 12. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Se ilustran realizaciones de la invención a modo de ejemplo y no de limitación en las figuras de los dibujos adjuntos, en los que números de referencia iguales indican elementos correspondientes, análogos o similares y en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de una disposición de UPS fuera de línea de la técnica anterior;

La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de una disposición de UPS de línea interactiva de la técnica anterior;

La Figura 3 es una representación de bloques esquemática de una disposición de UPS de conversión dual de la técnica anterior;

La Figura 4 es una representación de bloques esquemática de una disposición de UPS de conversión en delta de la técnica anterior;

La Figura 5 es una representación de bloques esquemática de una disposición de UPS de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las Figuras 6 y 7 muestran ejemplos de interruptores bidireccionales que pueden usarse en conexión con realizaciones de la presente invención;

La Figura 8 es una ilustración esquemática de los modos de operación de los interruptores bidireccionales mostrados en las Figuras 6 y 7, que pueden usarse en conexión con realizaciones de la presente invención;

Las Figuras 9A, 9B y 9C representan un circuito de topología de conmutación de entrada múltiple que puede usarse de acuerdo con realizaciones de la invención;

La Figura 10 representa un diagrama de bloques de alto nivel esquemático de un sistema de control de acuerdo con realizaciones de la invención;

La Figura 11 representa un diagrama de bloques detallado esquemático de un controlador de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

La Figura 12 representa un diagrama de tiempos de la modulación de ancho de pulsos (PWM) que puede usarse para explicar la activación del inversor de entrada dual en conexión con realizaciones de la presente invención;

La Figura 13 representa ilustraciones esquemáticas de la topología de convertidor para las operaciones de conmutación de la entrada en áreas de cuadrante basándose en la tensión de entrada y corriente de entrada, de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 14 representa ilustraciones esquemáticas de la topología de convertidor para las operaciones de

conmutación de la salida en las áreas de cuadrante basándose en la tensión de salida y corriente de entrada, de acuerdo con una realización de la invención; y

Las Figuras 15A-15D representan tablas mostrando valores de las señales de control de conmutación para cada interruptor en un inversor de entrada dual de acuerdo con realizaciones de la presente invención cuando opera en los cuatro cuadrantes.

Se apreciará que por simplicidad y claridad de ilustración, los elementos mostrados en las figuras no se han dibujado necesariamente con precisión o a escala. Por ejemplo, la dimensión de alguno de los elementos puede estar exagerada con relación a otros elementos por claridad, o diversos componentes físicos pueden estar incluidos en un bloque o elemento funcional. Adicionalmente, donde se considera apropiado, pueden repetirse los números de referencia entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión global de la invención. Sin embargo, se entenderá por los expertos en la materia que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, métodos, procedimientos y componentes, módulos, unidades y/o circuitos bien conocidos no se han descrito en detalle para no enmascarar la invención.

Aunque las realizaciones de la invención no están limitadas en este sentido, las explicaciones que utilizan términos tales como, por ejemplo, "procesamiento", "computación", "cálculo", "determinación", "establecimiento", "análisis", "comprobación", o similares, pueden referirse a operaciones y/o procesos de un ordenador, una plataforma de cálculo, un sistema informático u otro dispositivo informático electrónico, que manipule y/o transforme datos representados como cantidades físicas (por ejemplo, electrónicas) dentro de los registros y/o memorias del ordenador en otros datos singularmente representados como cantidades físicas dentro de los registros y/o memorias del ordenador u otro medio de almacenamiento no transitorio de información que pueda almacenar instrucciones para realizar las operaciones y/o procesos.

Aunque las realizaciones de la invención no están limitadas en este sentido, los términos "pluralidad" y "una pluralidad" tal como se usan en el presente documento pueden incluir, por ejemplo, "múltiples" o "dos o más". Los términos "pluralidad" o "una pluralidad" pueden usarse a todo lo largo de la especificación para describir dos o más componentes, dispositivos, elementos, unidades, parámetros o similares.

Las disposiciones de UPS de acuerdo con las realizaciones de la invención pueden producir fiablemente una forma de onda de salida sinusoidal, sustancialmente independiente de la forma de onda de entrada. Una disposición de UPS de acuerdo con realizaciones de la presente invención puede usar un transformador de conmutación con al menos dos entradas de alimentación, proporcionando de ese modo una alta eficiencia durante el funcionamiento normal, mientras bloquea una diversidad de problemas de calidad de la alimentación introducidos por la red eléctrica. Por ejemplo, de acuerdo con realizaciones de la invención, puede proporcionarse una disposición de UPS que tenga un transformador de conmutación de entrada dual, que recibe alimentación de entrada desde una alimentación de CA de entrada y de baterías. Un módulo combinador puede determinar la ponderación de cada entrada en la alimentación de salida total, tal como sigue:

$$Alim_{Salida} = P \times Alim_{CAEntrada} + (1 - P) \times Alim_{Baterías}$$

En la que P es un coeficiente que tiene un valor entre 0 y 1 que determina la relación de alimentación, $Alim_{CAEntrada}$ es la alimentación extraída de una primera entrada del combinador, que se conecta a la alimentación de CA de entrada y $Alim_{Baterías}$ es la alimentación extraída de una segunda entrada del combinador, que se conecta a las baterías.

Proporcionar alimentación de salida usando un combinador basándose en la ecuación anterior, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, puede permitir el uso de una única ruta de conversión desde la fuente de alimentación a la carga en los diversos modos de funcionamiento del sistema (por ejemplo, CA, CC y modo mixto). En consecuencia, las realizaciones de la invención pueden presentar una alta fiabilidad, rápida respuesta y uso eficiente.

La Figura 5 es una representación de bloques esquemática de una disposición de UPS 500 de acuerdo con una realización de la presente invención. De acuerdo con realizaciones de la invención, el inversor de alimentación 570 puede aceptar al menos dos entradas de alimentación, por ejemplo la alimentación de red de CA 505 y alimentación de batería 520, y proporcionar una salida de alimentación 580 mediante la combinación de las entradas de alimentación como se divulga en el presente documento. El inversor de alimentación 570 puede incluir dos módulos: combinador 540 y transformador de conmutación CA/CA 550. Durante el funcionamiento normal, por ejemplo, cuando la alimentación de red de CA proporciona una amplitud y forma de onda satisfactorias, el parámetro de relación de alimentación P puede establecerse en 1 y el combinador 540 puede usar sustancialmente la tensión de la red de entrada para alimentar el transformador de conmutación 550, descrito con mayor detalle a continuación. En paralelo, el cargador 510 carga las baterías 520, que suministran a una segunda entrada en CC al combinador 540, descrito con mayor detalle a continuación. En el estado de funcionamiento normal, el combinador 540 no toma sustancialmente alimentación de las baterías, o puede mantener una pequeña parte de la alimentación de salida a ser suministrada

desde las baterías como método de “mantenerla viva” para comprobar el circuito de CC), manteniendo de ese modo las baterías totalmente cargadas. El bucle de enclavamiento de fase (PLL) 560 puede seguir la polaridad y fase de la tensión de entrada de CA (V_{entr}), que puede basarse en la alimentación de red, para proporcionar señales de tiempo al controlador 530 con la misma fase que la tensión de entrada. El controlador 530 puede controlar el inversor 570, por ejemplo, proporcionando señales de control de entrada al combinador 540 y al transformador de conmutación 550. En consecuencia, por ejemplo, el controlador 530 puede usar señales de tiempo del PLL 560 para secuenciar el combinador 540 para usar la energía de las baterías en la misma frecuencia y fase que la energía de la alimentación principal.

Durante un apagón de la alimentación, por ejemplo cuando la alimentación de red deja de suministrar alimentación, el controlador 530 puede configurar el parámetro P de relación de alimentación a 0, en cuyo caso, toda la alimentación de salida puede proporcionarse desde las baterías 520. El PLL 560 puede sincronizarse con una señal de sincronización externa proporcionada por el controlador 530. En consecuencia, el controlador 530 puede controlar los parámetros de tiempos cuando la alimentación de red no está operativa, permitiendo de ese modo al controlador principal cambiar lentamente la frecuencia y reajustar la sincronización cuando vuelve la tensión de entrada o, cuando está presente una nueva fuente de tensión en la tensión de entrada, por ejemplo, cuando se conmuta a una operación de tensión de generador. Cuando no hay disponible una fuente de sincronización, el PLL 560 puede mantener la última frecuencia y fase conocidas.

El combinador 540 puede usar una o más de las fuentes de alimentación de entrada para proporcionar alimentación positiva y negativa para el transformador de conmutación CA/CA 550. De acuerdo con una realización de la invención, el combinador 540 puede usar la parte positiva de las baterías para alimentar la parte positiva de la forma de onda de salida sinusoidal, y la parte negativa de las baterías para accionar la parte negativa de la forma de onda de salida sinusoidal, activándose así el combinador como una onda cuadrada virtual, sincronizada con las indicaciones de tiempos generadas por el PLL 560. Se entenderá que puede usarse cualquier circuito generador de onda cuadrada adecuado dentro del alcance de la presente invención, por ejemplo para cambiar la tensión de CC en una onda cuadrada para alimentar la entrada del convertidor CA/CA. Por ejemplo, en una realización de la invención, el combinador 540 puede incluir un generador de onda cuadrada para proporcionar una tensión positiva durante la mitad positiva de la tensión de salida sinusoidal y una tensión negativa durante la mitad negativa de la tensión de salida sinusoidal. Se reconocerá que son posibles variaciones de las estructuras básicas anteriores, por ejemplo para obtener características de comportamiento particulares según se requiera. Por ejemplo, cuando se requiere independencia de la frecuencia y tensión (VFI), puede añadirse una corrección del factor de potencia de entrada (PFC) como otra fuente de entrada para el combinador, para permitir un cambio de frecuencia durante la operación de generador.

En ausencia de una tensión de entrada, el PLL puede sincronizarse con una señal de sincronización externa proporcionada por el controlador principal. En consecuencia, el controlador puede controlar los parámetros de tiempo cuando la alimentación de red no está operativa, para permitir que el controlador principal desvíe lentamente la frecuencia, y reajuste la sincronización cuando la tensión de entrada vuelve, o cuando está presente una “nueva” tensión de origen en la tensión de entrada (como cuando se conmuta a una operación de tensión de generador). Cuando no hay una fuente de sincronización disponible, el PLL 560 puede mantener la última frecuencia y fase conocidas.

De acuerdo con una realización de la invención, el inversor puede incluir múltiples conjuntos de circuitos de combinador y de transformador de conmutación. Por ejemplo, en un sistema trifásico, los circuitos del combinador 540 y del transformador de conmutación 550 pueden contener tres conjuntos de elementos de conmutación, en comparación con un sistema monofásico, que puede incluir un conjunto. De la misma manera, en un sistema trifásico, el PLL 560 puede proporcionar tres pares de señales de control, cada una con un desplazamiento de fase de 120° respecto a las otras dos. Se entenderá que en un sistema monofásico, puede ser posible trabajar solamente con un banco de baterías para obtener la salida en onda cuadrada de doble polaridad, mediante el uso de la conmutación de puente completo.

El inversor 570 puede aceptar como entradas una tensión de entrada de CA en una entrada, por ejemplo, desde la alimentación de red de CA y una tensión de entrada de CC como otra entrada, por ejemplo desde las baterías, y basándose en las mismas producir una tensión de salida sinusoidal con los parámetros requeridos. En algunas realizaciones de la invención, el inversor 570 puede usar una topología de conmutación reductor-elevador de acuerdo con las realizaciones de la invención para manejar cargas inductivas y capacitivas que producen un desplazamiento de fase entre las formas de onda de tensión y corriente, así como la energía reflejada desde la carga, usando la arquitectura de conmutación y tiempos para activar los elementos de conmutación, como se describe en el presente documento.

Realizaciones de la invención pueden usar un circuito de topología de conmutación reductor-elevador bipolar para proporcionar una relación de conversión de tensión A/C, cambiada por los contadores de modulación de ancho de pulsos (PWM) basándose en señales de control proporcionadas por el controlador principal. La topología de conmutación de acuerdo con dichas realizaciones puede proporcionar la capacidad para manejar cargas que tengan un factor de potencia (PF) menor que o igual a uno, así como la energía reflejada. Se entenderá que otras topologías adecuadas es conocido que proporcionan soluciones similares y están dentro del alcance de la presente invención. Más aún, aunque se hace referencia en el presente documento a topologías sin transformador (no aisladas), se

entenderá que el circuito descrito puede ser un transformador en una solución totalmente aislada análoga con rectificación síncrona en la salida, por ejemplo, usando el mismo esquema de tiempos y conmutadores bipolares que se describen en el presente documento.

5 De acuerdo con realizaciones de la invención, un bloque de construcción básico del convertidor de conmutación puede ser un interruptor bidireccional. De acuerdo con realizaciones de la invención, el interruptor bidireccional puede construirse usando dos transistores, por ejemplo, conectados en serie (Figura 6), o conectados en paralelo con diodos (Figura 7). Esta disposición dará como resultado generalmente cuatro estados de funcionamiento del interruptor: el interruptor puede estar desconectado o conectado, como en un interruptor normal y puede actuar también como un diodo en una dirección o la otra. Los cuatro estados funcionales se muestran esquemáticamente en la Figura 8.

10 Se hace referencia a la Figura 9A, que representa un circuito de topología de conmutación reductor-elevador de puente en H bidireccional de múltiple entrada que puede usarse como un transformador de conmutación CA/CA de acuerdo con realizaciones de la invención. Se entenderá que pueden usarse igualmente otros circuitos, por ejemplo, otras topologías de reductor-elevador, que proporcionan funcionalidad adecuada de acuerdo con realizaciones de la invención.

15 Cada uno de los interruptores bidireccionales 901, 902, 903, 904, 905, 906 y 907 puede comprender un par de transistores, que pueden funcionar en los modos de operación mostrados esquemáticamente en la Figura 8. Cuando la señal de control al interruptor es alta, los transistores conducen y permiten que circule la corriente; cuando la señal de control al interruptor es baja, los transistores no conducen y no permiten la circulación de corriente. En consecuencia, cada interruptor bidireccional puede imaginarse como un interruptor todo/nada y la selección de los interruptores 901, 902, 903 y 904 puede usarse para seleccionar una o más fuentes de energía de entrada. En consecuencia, esta parte del combinador del inversor puede seleccionar una o más fuentes de energía de entrada a ser usadas solas o en combinación para producir una señal intermedia deseada en el nodo 910.

20 Usando la señal intermedia en el nodo 910, los interruptores 905, 906 y 907 pueden funcionar como un transformador de conmutación CA/CA para transformar la señal intermedia en una señal de salida de CA que tenga la forma deseada, por ejemplo, forma sinusoidal. Mediante la selección del modo de funcionamiento de los interruptores apropiados del transformador de conmutación CA/CA, el controlador puede determinar la configuración de la sección de alimentación de reductor-elevador.

25 Como se ha representado, por lo tanto, los interruptores bidireccionales 901 y 905 funcionan como un convertidor reductor (de reducción) para Ventr1 como fuente de energía; los interruptores 902 y 905 funcionan como convertidor elevador para Ventr2 como fuente de energía; los interruptores 903 y 905 funcionan como convertidor reductor para Ventr3 como fuente de energía y los interruptores 904 y 905 funcionan como convertidor reductor para Ventr4 como fuente de energía. Se entenderá que en la presente realización, se ilustran cuatro fuentes de energía para demostrar el uso con respecto a las fuentes de energía positivas y negativas asociadas con cada una de las dos fuentes de alimentación; sin embargo, la invención no está limitada en este sentido y pueden usarse más fuentes de alimentación. De modo similar, los interruptores bidireccionales 906 y 907 pueden funcionar como un convertidor elevador (de elevación) para la salida.

30 Para la operación del transformador de conmutación como convertidor de reducción, el interruptor bidireccional 907 puede conectarse continuamente y el interruptor bidireccional 906 puede desconectarse continuamente. Con finalidades de simplicidad, en el ejemplo que sigue, solo se supone conectada una fuente de energía (Ventr1), mientras que las otras fuentes (Ventr2, Ventr3 y Ventr4) se desconectan usando sus interruptores (902, 903, 904) respectivos. En esta disposición, los interruptores bidireccionales 901 y 905 pueden proveerse cada uno con señales de modulación de ancho de pulsos (PWM) complementarias, con un ciclo de trabajo calculado para reducir la tensión. Así, por ejemplo, si el ciclo de trabajo de la señal es del 50 %, la relación de transferencia de tensión de CA entre Ventr1 y Vsal es de 0,5. Se entenderá que una señal con una relación de trabajo adecuadamente mayor del 50 % proporcionada al interruptor bidireccional 901 dará como resultado una relación de transferencia de tensión entre Ventr y Vsal mayor de 0,5, mientras que una señal con una relación de trabajo adecuadamente menor del 50 % proporcionada al interruptor bidireccional 901 dará como resultado una relación de transferencia de tensión entre Ventr y Vsal menor de 0,5. El ciclo de trabajo de las señales de modulación de ancho de pulsos que accionan los interruptores bidireccionales 901 y 905 puede determinarse por el controlador principal, por ejemplo, basándose en un bucle de realimentación tal como se describe con detalle adicional a continuación en el presente documento.

35 De modo similar para la operación del transformador de conmutación como un convertidor de elevación, el interruptor bidireccional 901 puede conectarse y el interruptor bidireccional 905 puede desconectarse. En esta configuración, el inductor 908 y condensador 909 pueden usarse como el filtro de energía, mientras que la resistencia R 966 proporciona una muestra de la corriente de conmutación a ser usada por el controlador. Dicho transformador electrónico se describe con detalle adicional en la publicación de Patente de Estados Unidos pendiente junto con la presente N.º 2009/0153113, que se asigna al asignatario de la presente solicitud. En esta disposición, los interruptores bidireccionales 906 y 907 pueden proveerse cada uno con señales de modulación de ancho de pulsos (PWM) complementarias, con un ciclo de trabajo calculado para la elevación de la tensión. De ese modo, por ejemplo, si el ciclo de trabajo de la señal es del 50 %, la relación de transferencia de tensión de CA entre Ventr y Vsal es de 2. El

ciclo de trabajo de las señales de modulación de ancho de pulsos que accionan los interruptores bidireccionales 906 y 907 puede determinarse por el controlador principal, por ejemplo, basándose en un bucle de realimentación como se describe con detalle adicional a continuación en el presente documento.

5 Se hace referencia a la Figura 9B, que muestra los interruptores de entrada 902 y 903 conectados a los terminales positivo y negativo 951 y 952, respectivamente, de las baterías 950, para uso de una fuente de energía.

10 Se hace referencia a la Figura 9C, que es una ilustración esquemática de un inversor UPS de entrada dual de acuerdo con realizaciones de la presente invención, en donde una entrada es una entrada de tensión de CA Ventr 1490 en donde la otra entrada es una tensión de entrada de CC, en el que la tensión de batería 1407 se divide en una entrada positiva 1409 y una entrada negativa 1408. Cada entrada puede asociarse con un interruptor bidireccional que puede controlarse para funcionar de modo que transmita la alimentación en ambas direcciones, y además actúe como un diodo de rueda libre y un dispositivo de bloqueo.

15 En la realización mostrada, cada uno de los interruptores bidireccionales incluye dos dispositivos interruptores internos, cada uno acoplado con un interruptor: un dispositivo de conmutación para la dirección directa, denominado como A y un dispositivo de conmutación para la dirección inversa, denominado como B. En consecuencia, cada señal S de control de conmutación puede incluir dos componentes: SA para controlar la dirección directa y SB para controlar la dirección inversa. Se reconocerá que cada interruptor bidireccional tiene cuatro modos de operación: un modo de "desconexión", en el que ambos dispositivos de conmutación directa e inversa están desconectados; un modo de "conexión" en el que ambos dispositivos de conmutación directa e inversa están conectados; un modo "directo", en el que solo el dispositivo de conmutación directa está conectado y un modo "inverso", en el que solo el dispositivo de conmutación inversa está conectado. De acuerdo con realizaciones de la invención, el modo de operación de cada uno de los interruptores bidireccionales puede determinarse de acuerdo con dos parámetros independientes: la dirección de corriente deseada y la polaridad de tensión deseada, permitiendo de ese modo la operación en los cuatro cuadrantes. La generación de estas señales se describe adicionalmente a continuación.

20 El interruptor 901, como se muestra en la Figura 9B, que es controlado por las señales S1A y S1B, puede implementarse mediante la disposición del interruptor bidireccional 1401, que puede incluir transistores 1411 y 1412 y diodos 1413 y 1414; el interruptor 902, como se muestra en la Figura 9B, que es controlado por las señales S5pA y S5pB, puede implementarse mediante la disposición de interruptor bidireccional 1406, que puede incluir transistores 1461 y 1462 y diodos 1463 y 1464; el interruptor 903, como se muestra en la Figura 9B, que es controlado por las señales S5nA y S5nB, puede implementarse mediante la disposición de interruptor bidireccional 1405, que puede incluir transistores 1451 y 1452 y diodos 1453 y 1454; el interruptor 905, como se muestra en la Figura 9B, que es controlado por las señales S2A y S2B, puede implementarse mediante la disposición de interruptor bidireccional 1402, que puede incluir transistores 1421 y 1422 y diodos 1423 y 1424; el interruptor 906, como se muestra en la Figura 9B, que es controlado por las señales S3A y S3B, puede implementarse mediante la disposición de interruptor bidireccional 1403, que puede incluir transistores 1431 y 1432 y diodos 1433 y 1434; el interruptor 907, como se muestra en la Figura 9B, que es controlado por las señales S4A y S5B, puede implementarse mediante la disposición de interruptor bidireccional 1404, que puede incluir transistores 1441 y 1442 y diodos 1443 y 1444.

45 En se hace referencia a la Figura 10, que representa un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de acuerdo con realizaciones de la invención. De acuerdo con realizaciones de la invención, el controlador 1004 puede producir señales de PWM para la operación de control de los transistores del convertidor de alimentación 1002 reductor-elevador para mantener de ese modo una forma de onda sinusoidal pura en el filtro de salida 1003 para una amplia variedad de formas de onda en la entrada. El controlador puede tener en sus entradas la amplitud 1006 y polaridad 1005 de la tensión de entrada, una polaridad de corriente muestreada en la salida del convertidor reductor-elevador 1008, y la polaridad 1009 y amplitud 1010 de la tensión de salida. Basándose en estas señales de entrada, el controlador puede proporcionar las señales de control para controlar los interruptores del convertidor reductor-elevador 1008, que puede ser tal como se ha descrito, por ejemplo, en las Figuras 9A o 9B, anteriormente. Adicionalmente, la señal de tensión de entrada, por ejemplo, una señal de alimentación de red, puede pasarse a través de un filtro de entrada 1001 previamente a ser elevada/reducida por el convertidor reductor-elevador, y la señal de tensión de salida puede pasarse a través de un filtro de salida 1003 previamente a ser enviada para uso.

55 Se hace referencia a la Figura 11, que representa el diseño interno de un controlador de acuerdo con una realización de la invención. De acuerdo con la realización ilustrada, el controlador puede comprender una máquina de estado implementada por una unidad lógica de computas que tiene entradas que controlan el estado de las salidas. Se reconocerá que el controlador puede implementarse de cualquier forma adecuada, por ejemplo, puertas lógicas, microprocesador programable, etc. Como se ha descrito anteriormente, el controlador puede recibir señales de entrada, por ejemplo, señales de amplitud y polaridad de las señales de alimentación, mostradas a la izquierda, y proporciona, basándose en las señales de entrada, señales de salida, mostradas a la derecha, por ejemplo para el control de los estados de los interruptores del convertidor de conmutación de alimentación. De acuerdo con una realización de la invención, la lógica del controlador puede diseñarse para implementar las relaciones de entrada/salida para cada cuarto, por ejemplo, como se ilustra en las Tablas 1-4 analizadas a continuación en el presente documento.

60 El controlador puede usar señales de entrada tales como tensión de entrada, polaridad de tensión de entrada, corriente del inductor (también denominada como corriente de señal de conmutación), polaridad de la corriente del inductor y

opcionalmente tensión de salida (y/o sus complementarios lógicos). En algunas realizaciones de la invención, la polaridad de salida no necesita usarse si el retardo de reductor-elevador es suficientemente rápido. Las amplitudes de las fuentes de entrada y la tensión de salida pueden usarse como entradas al controlador. Además, el controlador puede usar como entradas señales de PWM Tcon1, Tcon2 y señales de tiempos de RuedaLibre. Se reconocerá que el controlador de la Figura 11 ilustra las señales de salida para la activación de un inversor de entrada dual en donde una entrada es de CC y la otra es de CA, por ejemplo, como se muestra en la Figura 9C. Se reconocerá que otras realizaciones pueden aplicar técnicas similares a cualquier número de entradas de cualquier tipo.

Se hace referencia a la Figura 12, que muestra la producción de las señales de tiempos de PWM para accionar los interruptores individuales de acuerdo con una realización de la invención para una señal de entrada, por ejemplo, Ventr1. Las señales 1505 y 1506 pueden generarse de acuerdo con una señal de rampa 1501 y el umbral del ciclo de trabajo 1502, para servir como la señal de accionamiento y su señal complementaria para conectarse a los interruptores 901 y 905 respectivamente. Para la operación de múltiples fuentes de entrada en donde tendrá lugar la mezcla de energía entre las fuentes de entrada, el tiempo de conexión total 1505 puede dividirse entre diversas señales. Por facilidad de explicación, el análisis a continuación se refiere a una realización que tiene dos fuentes de entrada Ventr1 y Ventr2.

Dado que ambos convertidores elevador y reductor usan el inductor como un elemento de almacenamiento, su secuencia de señales se basa en dos partes: (a) Tcon, que representa el tiempo de carga del inductor, durante el que la corriente del inductor se eleva mientras el inductor recibe energía desde la entrada; y (b) tiempo de rueda libre, que representa el tiempo de descarga del inductor, durante el que la corriente del inductor se reduce mientras transfiere energía a la salida.

El segmento de tiempo Tcon puede dividirse en diversas subsecciones, donde en cada sección, la corriente del inductor puede proceder de una fuente de entrada diferente. Así, por ejemplo, como se muestra en la Figura 12, el tiempo Tcon se divide en dos señales separadas: Tcon1 1507 y Tcon2 1508, representando cada una un tiempo de conexión de un interruptor respectivo asociado con una fuente de energía diferente. Se reconocerá que el tiempo de rueda libre 1506 también puede subdividirse entre las entradas, por ejemplo, en el caso de la conversión de elevación. En consecuencia, durante Tcon1, el interruptor 901 de la Figura 9 puede activarse para tomar energía desde Ventr1, mientras que durante Tcon2, el interruptor 902 de la Figura 9 puede activarse para tomar energía desde la fuente Ventr2.

De acuerdo con realizaciones de la invención, basándose en la amplitud de cada fuente individual y la amplitud de la tensión de salida, cada ranura de tiempo individual (Tcon1 o Tcon2) pueda activar o bien una secuencia de reducción (por ejemplo, si $V_{entr} > V_{sal}$), o bien una secuencia de elevación (por ejemplo, si $V_{sal} > V_{entr}$). Así son posibles 4 casos: (a) Reductor-Reductor, cuando ambas entradas son más altas que la tensión de salida; (b) Reductor-Elevador, cuando $V_{entr} > V_{sal}$ y V_{cc} (tensión de batería) $< V_{sal}$; (c) Elevador-Reductor, cuando $V_{entr} < V_{sal}$ y $V_{cc} > V_{sal}$; y (d) Elevador-Elevador, cuando ambas tensiones de entrada son más bajas que la tensión de salida. En consecuencia, la relación entre Tcon1 y Tcon2 definirá la cantidad de energía tomada desde una fuente con respecto a la cantidad de energía tomada desde la segunda fuente, esto es:

$$P = \frac{T_{con1}}{T_{con2}}$$

en la que P es la relación de energía. También, la relación M para determinar la cantidad total de energía transferida a la salida y por ello usada en un bucle de control cerrado para regular la tensión de salida puede describirse mediante:

$$M = \frac{(T_{con1} + T_{con2})}{T_{periodo}}$$

De acuerdo con realizaciones de la invención, el algoritmo de secuencia de tiempos puede considerar también la energía reflejada como normalmente presente en la red, y también cargas con $\cos(\phi) \neq 1$, es decir cargas inductivas y capacitivas. Para manejar el cambio en la polaridad de la corriente, pueden usarse los circuitos de tiempos que tienen en cuenta ambas polaridades de tensiones y corrientes, así como la amplitud de todas las entradas y salidas. Debería observarse que de acuerdo con realizaciones de la invención, cada interruptor debería soportar una operación completa en cuatro cuadrantes, en donde tanto la tensión de conmutación como la corriente de conmutación pueden funcionar en ambas direcciones. Además, de acuerdo con realizaciones de la invención, cada interruptor debería permitir el funcionamiento del diodo de rueda libre para bloquear la energía reflejada de la carga.

Se hace referencia a las Figuras 13 y 14, que muestran estados de interruptor de acuerdo con el cuadrante usado. Por simplicidad, la Figura 13 muestra la operación de los interruptores de entrada 901 (S1), 905 (S2) y 902/903 (S5), suponiendo un modo de operación reductor, es decir que el interruptor 906 (S3) está siempre desconectado mientras el interruptor 907 (S4) está siempre conectado, mientras la Figura 14 muestra la operación en cuatro cuadrantes de los interruptores de salida S3 y S4, mostrando, por simplicidad el interruptor 901 (S1) estando conectado y el interruptor 905 (S2) como desconectado.

En el diagrama esquemático de la Figura 13, los estados de los interruptores se presentan en cuatro “cuadrantes” cada uno de los cuales representa una combinación diferente de tensión de entrada y corriente de entrada. Los cuadrantes se describen por la corriente del inductor (IL) a través del inductor como el eje x, y la tensión de entrada (Ventr) como el eje y. Los cuatro cuadrantes se etiquetan como Q1 1601, en el que tanto la tensión de entrada (Ventr) como la corriente de entrada a través del inductor (IL) son positivas; Q2 1602, en el que la tensión de entrada es positiva y la corriente de entrada es negativa; Q3 1603, en el que tanto la tensión de entrada como la corriente de entrada son negativas; y Q4 1604, en el que la tensión de entrada es negativa y la corriente de entrada es positiva. Aunque se describen a continuación los esquemas de tiempos de la señal para cada interruptor de acuerdo con un esquema de transición mínimo, se observará que son posibles otros esquemas de señalización, más complejos, dentro del alcance de la invención.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q1 1601, el transistor B 1611 del interruptor bidireccional S1, es decir, S1B, puede pulsarse por la señal Tcon1, mientras el transistor A del interruptor bidireccional S1 puede conectarse continuamente si el valor absoluto de la tensión de entrada es mayor que el valor absoluto de la tensión de batería. De modo similar, el transistor B del interruptor bidireccional S5p 1615 será pulsado por la señal Tcon2 mientras el transistor A del interruptor bidireccional S5p estará conectado continuamente si el valor absoluto de la tensión de batería es más alto que el valor absoluto de la tensión de entrada. Como se ha analizado anteriormente, los anchos de pulsos relativos de Tcon1 y Tcon2 determinan la cantidad de alimentación obtenida desde cada una de las fuentes de alimentación.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q2 1602, los transistores S1A 1621 y S5pA 1625 funcionan continuamente, dependiendo de que la entrada tenga un valor absoluto más alto que el valor absoluto de la otra entrada. El interruptor S2B 1622 puede activarse por la señal complementaria de los tiempos de rueda libre 1506, mientras S2A puede conectarse continuamente.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q3 1603, el transistor A 1631 del interruptor bidireccional S1, es decir, S1A, puede pulsarse por la señal Tcon1, mientras el transistor B del interruptor bidireccional S1 puede conectarse continuamente si el valor absoluto de la tensión de entrada es mayor que el valor absoluto de la tensión de batería. De modo similar, el transistor A del interruptor bidireccional S5p 1635 será pulsado por la señal Tcon2 mientras el transistor B del interruptor bidireccional S5p estará conectado continuamente si el valor absoluto de la tensión de batería es más alto que el valor absoluto de la tensión de entrada.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q4 1604, los transistores S1B 1641 y S5pB 1645 funcionan continuamente, dependiendo de que la entrada tenga un valor absoluto más alto que el valor absoluto de la otra entrada. El interruptor S2A 1622 puede activarse por la señal complementaria de los tiempos de rueda libre 1506, mientras S2A 1642 puede conectarse continuamente.

Se hace referencia a la Figura 14, que describe la operación de elevación de interruptores bidireccionales 906 (S3) y 907 (S4). Los cuadrantes se describen por la corriente de inductor (IL) a través del inductor como el eje x, y la tensión de salida (Vsal) como el eje y. Por razones de simplicidad, se describe una única entrada procedente de S1 1711, mientras S1 1711 está en la posición “conectada”, y S2 1712 está en una posición “desconectada”. Sin embargo, se entenderá que se permite cualquier combinación de operación de reducción y elevación combinando la señalización de las Figuras 13 y 14.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q1 1701, el transistor B del interruptor S3, es decir, S1B 1713, puede activarse basándose en los tiempos de Tcon, mientras que el transistor A del interruptor S3 se conecta continuamente. De la misma manera, el transistor A del interruptor bidireccional S4 se conecta continuamente.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q2 1702, el transistor A del interruptor bidireccional S3, es decir S3A 1723, se conecta continuamente y el transistor B del interruptor bidireccional S4, es decir, S4B 1724, se acciona durante el periodo de rueda libre, mientras el transistor A del interruptor bidireccional S4, es decir en S4A, se conecta continuamente.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q3 1703, el transistor A del interruptor S3, es decir, S1A 1733, puede activarse basándose en los tiempos de Tcon, mientras que el transistor B del interruptor S3 se conecta continuamente. De la misma manera, el transistor B del interruptor bidireccional S4 se conecta continuamente.

Cuando es necesaria la operación en el cuadrante Q4 1704, el transistor B del interruptor bidireccional S3, es decir S3B 1743, se conecta continuamente y el transistor A del interruptor bidireccional S4, es decir, S4B 1744, se acciona durante el periodo de rueda libre, mientras el transistor B del interruptor bidireccional S4, es decir en S4B, se conecta continuamente.

Se hace referencia a las Figuras 15A-15D, que ilustran los valores de control de conmutación para transistores A y B de los interruptores S1, S2, S3, S4, S5p y S5n, dependiendo de la topología deseada (es decir, reductor-reductor, reductor-elevador, elevador-reductor, o elevador-elevador) para cada uno de los cuatro cuadrantes de operación Q1-Q4. El controlador puede programarse para proporcionar las salidas de control de conmutación deseadas de las Tablas

1-4 para la topología deseada basándose en los parámetros de entrada descritos anteriormente. Se reconocerá que aunque todos los interruptores se muestran en la misma tabla, la comprobación de cuadrantes puede realizarse por separado para S1, S2 y S5, cuya determinación de cuadrantes se basa en Ventr e IL como se indica en la Figura 13, y para S3 y S4, cuya determinación de cuadrantes se basa en Vsal e IL, como se indica por la Figura 14. De acuerdo con las tablas, cuando hay presente una expresión booleana, el interruptor estará "conectado" cuando el resultado sea "verdadero" y "desconectado" cuando el resultado sea "falso". Una barra en la parte superior del nombre de la señal indica la inversión lógica o complemento de esa señal. Aunque las tablas ilustran los principios de operación para una operación de entrada dual, cuando una de las entradas es de CC y la otra es de CA, se reconocerá que los principios de la presente invención pueden usarse para implementar realizaciones de la invención para cualquier número de entradas. Un controlador funcionando de acuerdo con el esquema de las Tablas 1-4 puede permitir el trabajo con sustancialmente cualquier carga de CA, con la capacidad de absorber la energía reflejada a la entrada. Se observará adicionalmente que pueden ser posibles otros tiempos similares usando un esquema de "transiciones mínimas" para minimizar los cambios de posición de interruptores, así como cualquier otro esquema de operación adecuado, consistente con los principios descritos en el presente documento.

15

REIVINDICACIONES

1. Un módulo que comprende:

5 un inversor (570) adaptado para recibir al menos una primera alimentación de entrada desde una primera fuente de entrada y una segunda alimentación de entrada desde una segunda fuente de entrada, en el que al menos una de las fuentes de entrada es una entrada de CA, y para proporcionar una tensión de CA de salida, en el que el inversor (570) incluye un combinador (540) para combinar la primera y segunda alimentaciones de entrada para proporcionar una señal intermedia, un transformador de conmutación CA/CA (550) para transformar la señal intermedia en la tensión de CA de salida y un inductor (908), comprendiendo adicionalmente el inversor (570) interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) e interruptores de salida bidireccionales (906, 907); y un controlador (530) adaptado para muestrear una señal de tensión de entrada, una corriente de inductor, y una señal de tensión de CA de salida y, basándose en las mismas, controlar el inversor (570) para proporcionar señales de control a los interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) y a los interruptores de salida bidireccionales (906, 907) para combinar la primera y segunda alimentaciones de entrada de modo que proporcione la señal intermedia, y para convertir la señal de tensión de CA de salida en sustancialmente sinusoidal, en el que el controlador (530) se configura para proporcionar las señales de control a los interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) basándose en la polaridad de la señal de tensión de entrada y en la polaridad de la corriente del inductor, y para proporcionar las señales de control a los interruptores de salida bidireccionales (906, 907) basándose en la polaridad de la señal de tensión de CA de salida y en la polaridad de la corriente del inductor.

2. El módulo de la reivindicación 1, en el que dicho controlador (530) se configura para proporcionar las señales de control a los interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) de acuerdo con los cuatro cuadrantes (1601, 1602, 1603, 1604), en el que cada cuadrante representa una combinación diferente de la polaridad de la señal de tensión de entrada y la polaridad de la corriente del inductor, en el que:

en el primer cuadrante (1601) la polaridad de la señal de tensión de entrada es positiva y la polaridad de la corriente del inductor es positiva,
 en el segundo cuadrante (1602) la polaridad de la señal de tensión de entrada es positiva y la polaridad de la corriente del inductor es negativa,
 en el tercer cuadrante (1603) la polaridad de la señal de tensión de entrada es negativa y la polaridad de la corriente del inductor es negativa, y
 en el cuarto cuadrante (1604) la polaridad de la señal de tensión de entrada es negativa y la polaridad de la corriente del inductor es positiva.

3. El módulo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho controlador (530) se configura para proporcionar las señales de control a los interruptores de salida bidireccionales (906, 907) de acuerdo con cuatro cuadrantes (1701, 1702, 1703, 1704), en el que cada cuadrante representa una combinación diferente de la polaridad de la señal de tensión de CA de salida y la polaridad de la corriente del inductor, en el que:

en el primer cuadrante (1701) la polaridad de la señal de tensión de CA de salida es positiva y la polaridad de la corriente del inductor es positiva,
 en el segundo cuadrante (1702) la polaridad de la señal de tensión de CA de salida es positiva y la polaridad de la corriente del inductor es negativa,
 en el tercer cuadrante (1703) la polaridad de la señal de tensión de CA de salida es negativa y la polaridad de la corriente del inductor es negativa, y
 en el cuarto cuadrante (1704) la polaridad de la señal de tensión de CA de salida es negativa y la polaridad de la corriente del inductor es positiva.

4. El módulo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) y dichos interruptores de salida bidireccionales (906, 907) de dicho inversor (570) tienen al menos cuatro modos de operación, incluyendo dichos modos de operación un modo de conexión, un modo de desconexión, un modo directo y un modo inverso.

5. El módulo de la reivindicación 4, en el que cada uno de dichos interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) de dicho inversor (570) comprende al menos un transistor directo y un diodo directo conectados en paralelo a un transistor inverso y un diodo inverso, en el que el controlador (530) es para controlar dichos interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) del inversor (570) proporcionando señales de conmutación a los transistores directo e inverso respectivos para seleccionar el modo deseado de operación de los interruptores de entrada bidireccionales respectivos.

6. El módulo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho transformador de conmutación CA/CA (550) comprende una sección de alimentación reductor-elevador, incluyendo dicha sección de alimentación reductor-elevador el inductor (908) y una pluralidad de interruptores bidireccionales (905, 906, 907).

- 5 7. El módulo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de dichos interruptores de salida bidireccionales (906, 907) de dicho inversor (570) comprende al menos un transistor directo y un diodo directo conectados en paralelo con un transistor inverso y un diodo inverso, en el que el controlador (530) es para controlar dichos interruptores de salida bidireccionales (906, 907) del inversor (570) proporcionando señales de conmutación a los transistores directo e inverso respectivos.
8. El módulo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera fuente de entrada es una fuente de alimentación de CA y la segunda fuente de entrada es una fuente de alimentación de CC (950).
- 10 9. El módulo de la reivindicación 8, en el que los interruptores de entrada bidireccionales (901, 902, 903, 905) comprenden una segunda disposición de conmutación bidireccional asociada con la segunda fuente de entrada, la segunda disposición de conmutación bidireccional comprende al menos una disposición de conmutación bidireccional positiva (902) asociada con una tensión de CC positiva (951) de la segunda fuente de entrada (950) y una disposición de conmutación bidireccional negativa (903) asociada con una tensión de CC negativa (952) de la segunda fuente de entrada.
- 15 10. El módulo de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la primera y segunda fuentes de entrada son fuentes de alimentación de CA.
- 20 11. Un dispositivo de fuente de alimentación ininterrumpible (UPS) (500) que comprende el módulo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 25 12. El uso del módulo de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 para proporcionar una señal de alimentación de CA sustancialmente sinusoidal.

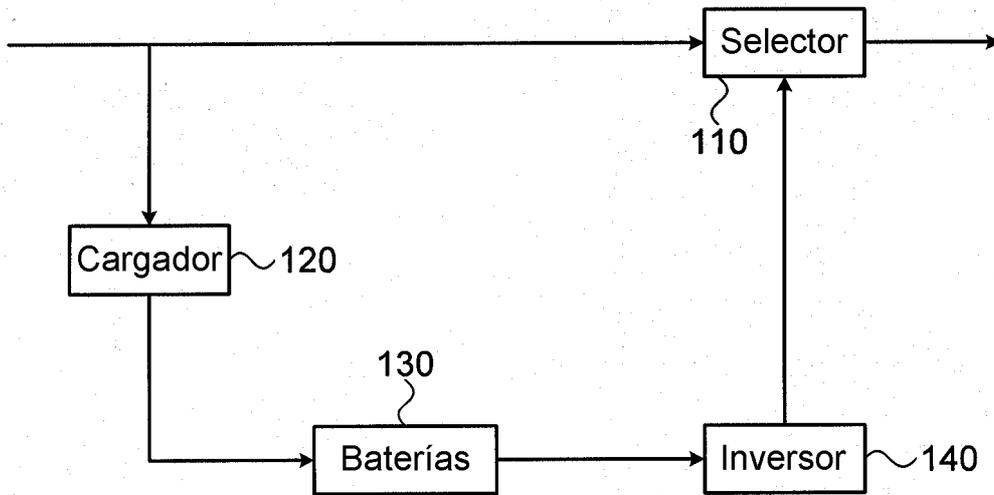


FIG. 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

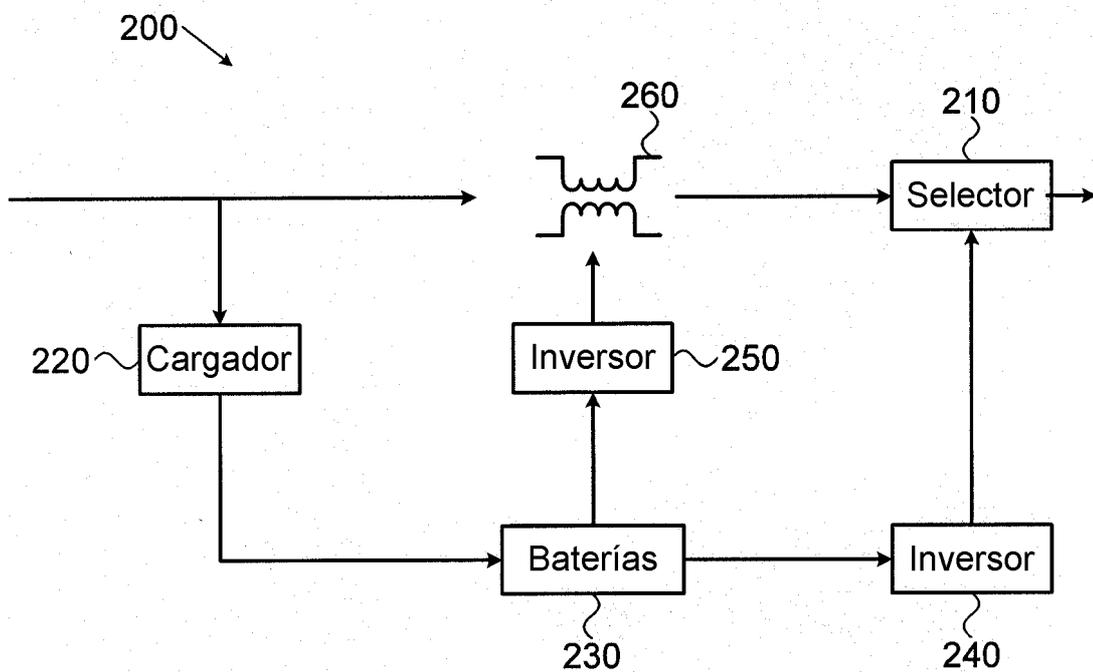


FIG. 2 (TÉCNICA ANTERIOR)

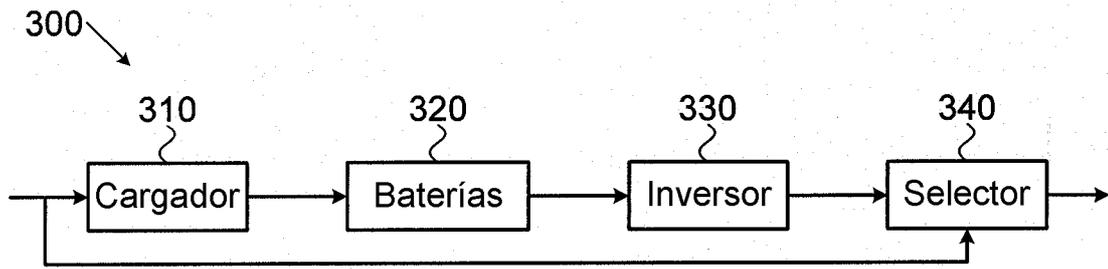


FIG. 3 (TÉCNICA ANTERIOR)

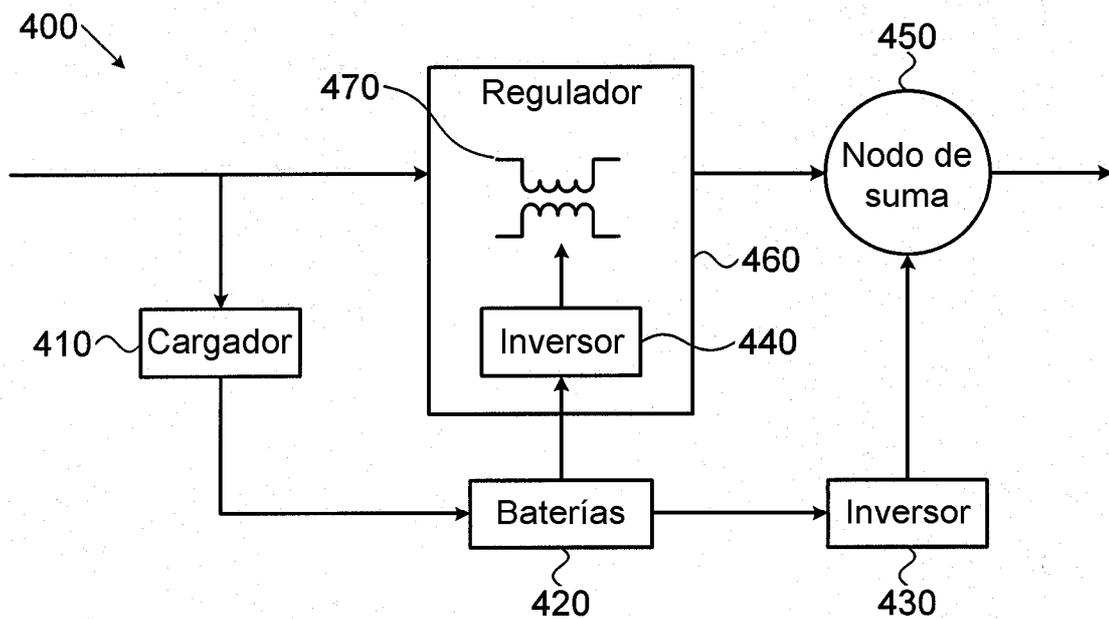


FIG. 4 (TÉCNICA ANTERIOR)

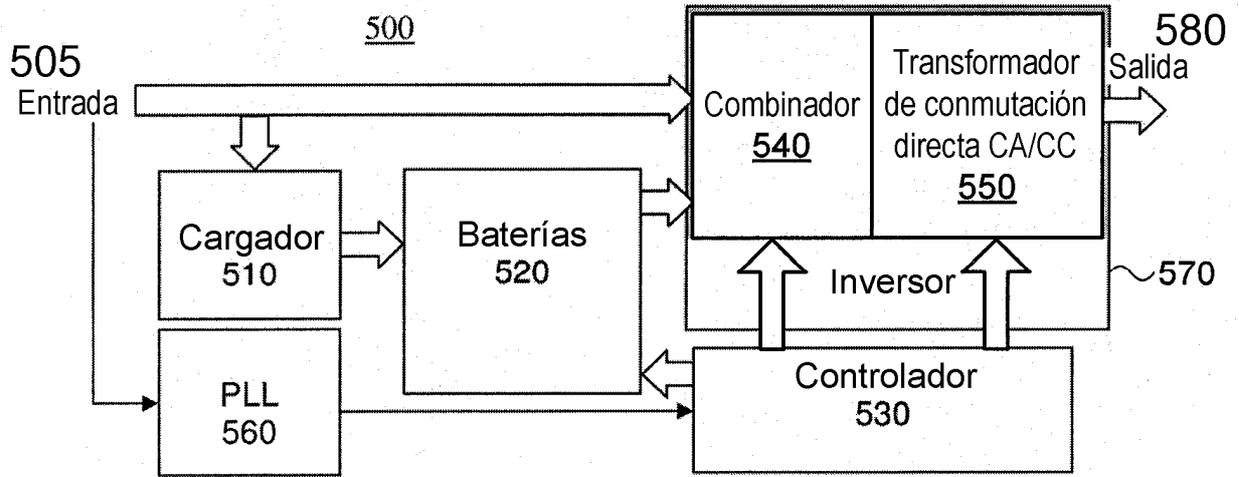
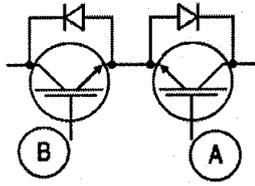
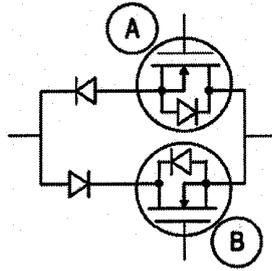


Fig. 5



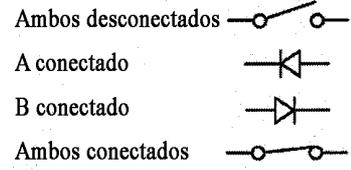
a) Interruptor IGBT bidireccional

Fig. 6



b) Interruptor MOSFET bidireccional

Fig. 7



c) Modos de operación

Fig. 8

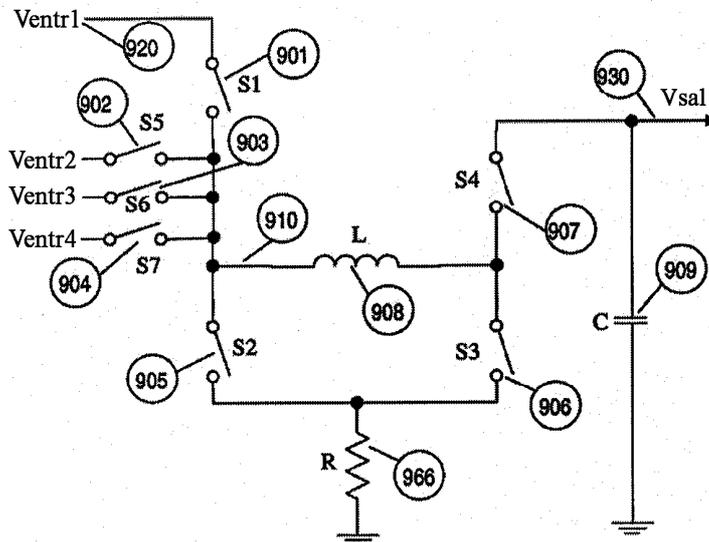


Fig. 9A

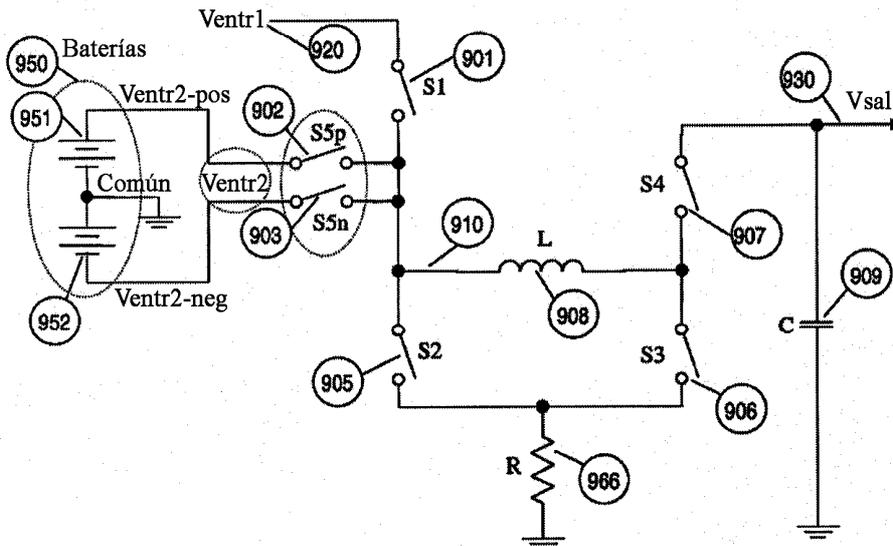


Fig. 9B

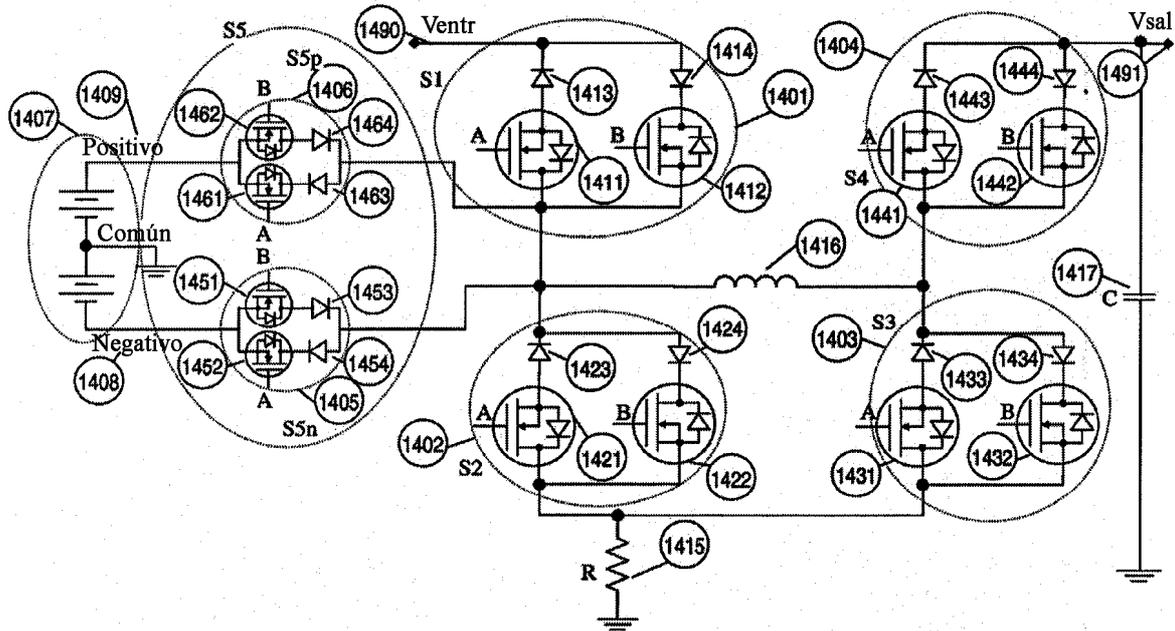


Fig. 9C

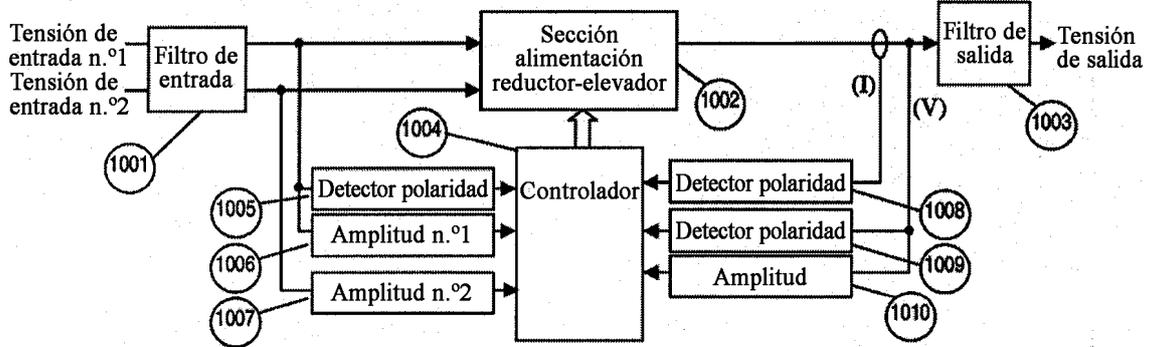


Fig. 10

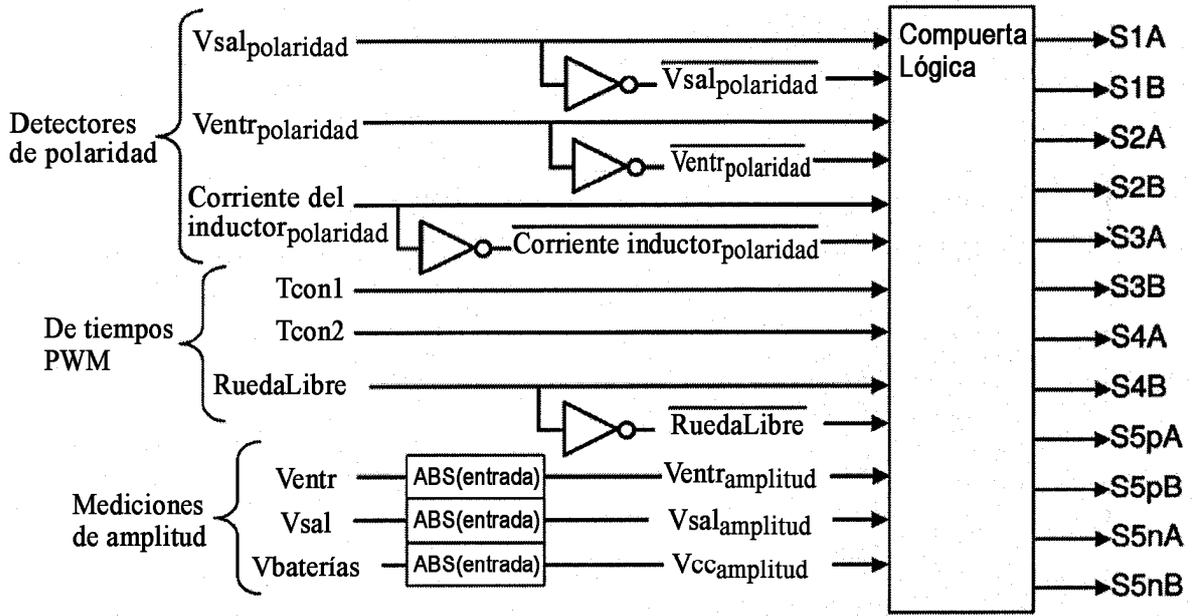


Fig. 11

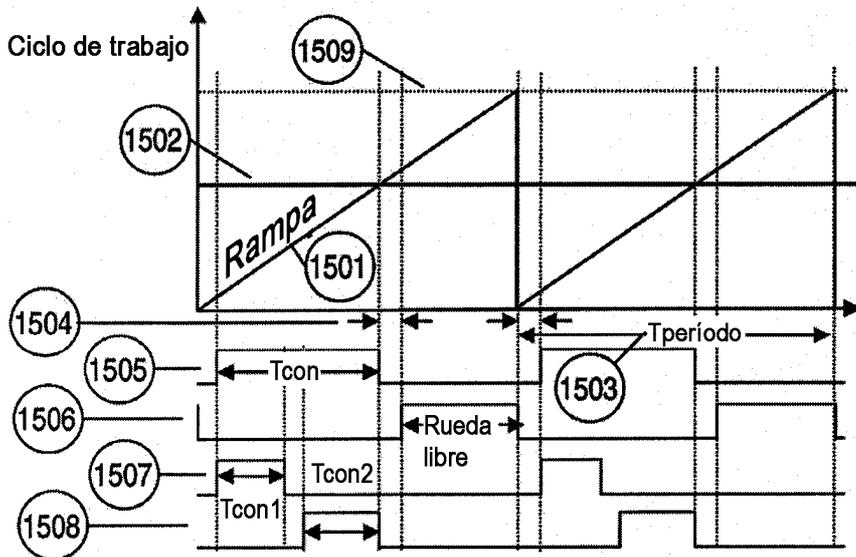


FIG. 12

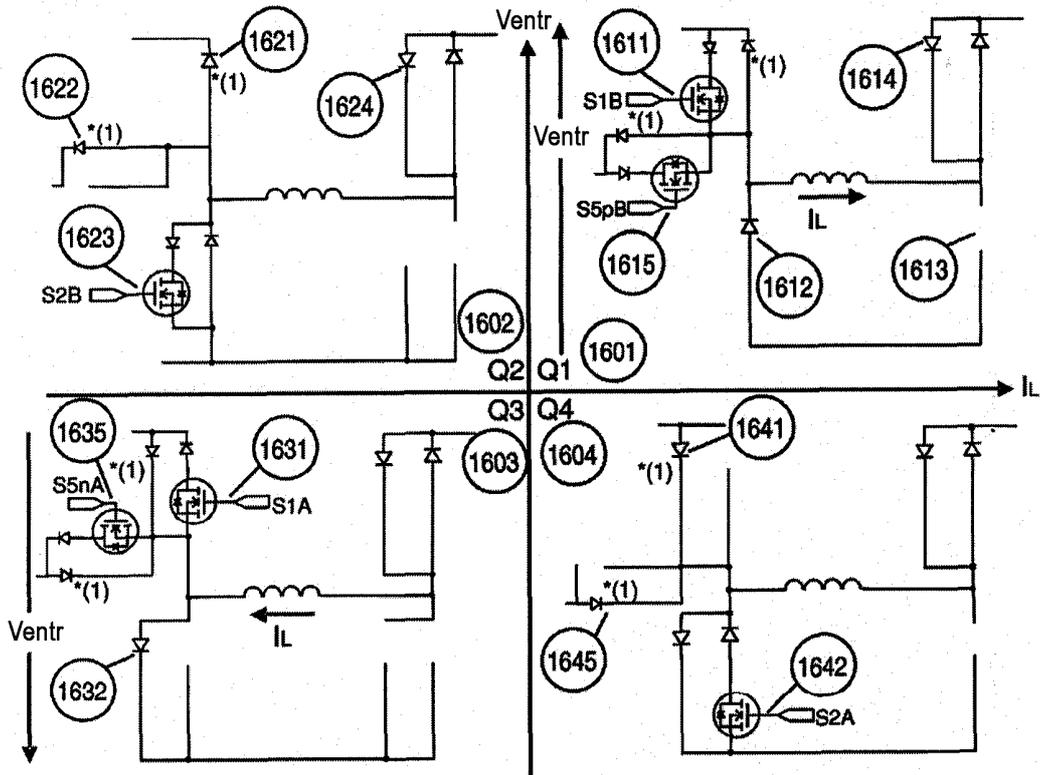


Fig. 13

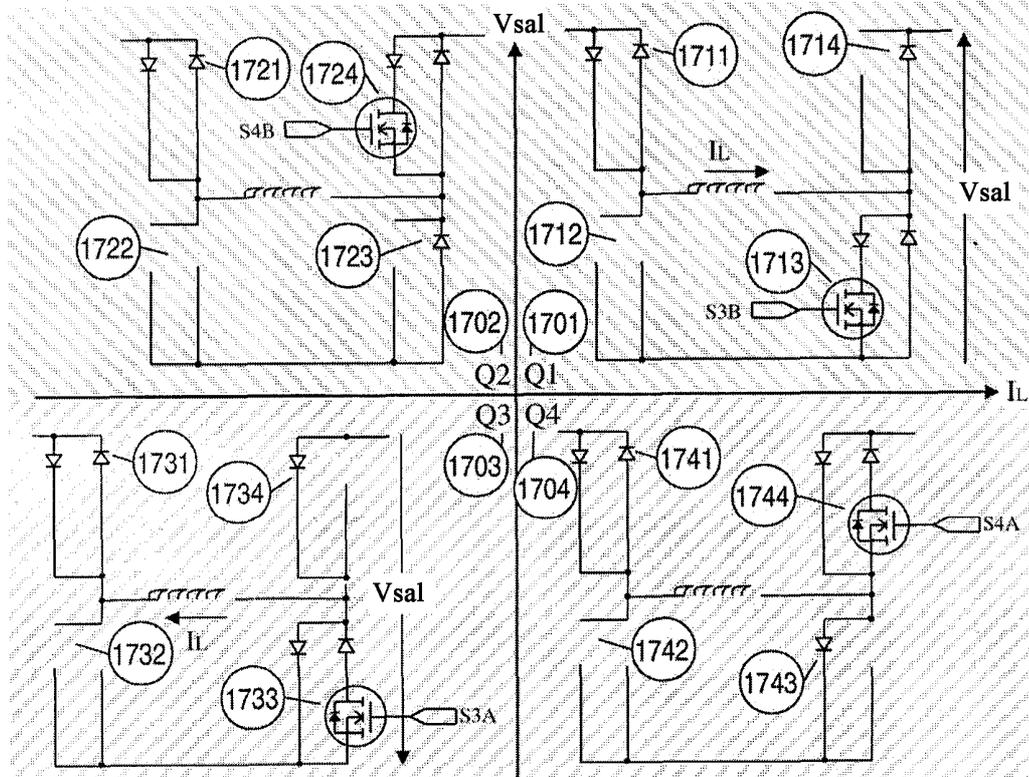


Fig. 14

Q1	Reductor-Reductor	Reductor-Elevador	Elevador-Reductor	Elevador-Elevador
S1A	$ V_{entr} \geq V_{bat} $			
S1B	Tcon1	Tcon1	Tcon1	Tcon1
S2A	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S2B	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S3A	Desconectado	Conectado	Conectado	Conectado
S3B	Desconectado	Tcon2	Tcon1	Tcon1 + Tcon2
S4A	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S4B	Conectado	$\overline{Tcon2}$	$\overline{Tcon1}$	Rueda libre
S5pA	$ V_{bat} > V_{entr} $			
S5pB	Tcon2	Tcon2	Tcon2	Tcon2
S5nA	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5nB	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado

Tabla 1
Fig. 15A

Q2	Reductor-Reductor	Reductor-Elevador	Elevador-Reductor	Elevador-Elevador
S1A	$ V_{entr} \leq V_{bat} $			
S1B	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S2A	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S2B	Rueda libre	Rueda libre	Rueda libre	Rueda libre
S3A	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S3B	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S4A	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S4B	Conectado	$\overline{Tcon2}$	$\overline{Tcon1}$	Rueda libre
S5pA	$ V_{bat} < V_{entr} $			
S5pB	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5nA	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5nB	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado

Tabla 2
Fig. 15B

Q3	Reductor-Reductor	Reductor-Elevador	Elevador-Reductor	Elevador-Elevador
S1A	Tcon1	Tcon1	Tcon1	Tcon1
S1B	$ V_{entr} \geq V_{bat} $			
S2A	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S2B	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S3A	Desconectado	Tcon2	Tcon1	Tcon1 + Tcon2
S3B	Desconectado	Conectado	Conectado	Conectado
S4A	Conectado	$\overline{Tcon2}$	$\overline{Tcon1}$	Rueda libre
S4B	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S5pA	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5pB	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5nA	Tcon2	Tcon2	Tcon2	Tcon2
S5nB	$ V_{bat} > V_{entr} $			

Tabla 3
Fig. 15C

Q4	Reductor-Reductor	Reductor-Elevador	Elevador-Reductor	Elevador-Elevador
S1A	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S1B	$ V_{entr} \leq V_{bat} $			
S2A	Rueda libre	Rueda libre	Rueda libre	Rueda libre
S2B	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S3A	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S3B	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S4A	Conectado	$\overline{Tcon2}$	$\overline{Tcon1}$	Rueda libre
S4B	Conectado	Conectado	Conectado	Conectado
S5pA	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5pB	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5nA	Desconectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
S5nB	$ V_{bat} < V_{entr} $			

Tabla 4
Fig. 15D