

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 571**

51 Int. Cl.:

**H02J 7/00** (2006.01)

**H02J 1/02** (2006.01)

**H02J 9/06** (2006.01)

**H02J 7/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2013 PCT/EP2013/070406**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14053464**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2013 E 13771144 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 2904678**

54 Título: **Sistema de conversión eléctrica y de gestión de continuidad de alta eficiencia para fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS) y aparatos derivados**

30 Prioridad:

**04.10.2012 IT AR20120029**

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

**24.09.2019**

73 Titular/es:

**BORRI S.P.A. (100.0%)  
Via 8 Marzo, 2  
52011 Bibbiena (AR), IT**

72 Inventor/es:

**SIMONI, ENRICO;  
MANCINI, MARIO;  
FREZZOLINI, ALEANDRO y  
VALIANI, MASSIMO**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 725 571 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de conversión eléctrica y de gestión de continuidad de alta eficiencia para fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS) y aparatos derivados.

5

La presente invención se refiere a un dispositivo y un método de control, en particular, para fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS). En particular, la invención se refiere a una arquitectura de *hardware* y *software* de una fuente de alimentación ininterrumpida para conversión de energía.

10

Una fuente de alimentación ininterrumpida, a la que se hace referencia también, en la presente y en lo sucesivo, como UPS, es una máquina eléctrica que tiene una entrada de voltaje alterno (trifásica o monofásica), que genera una salida alterna (trifásica o monofásica) de la misma o diferente frecuencia/amplitud y está adaptada para garantizar un flujo continuo de alimentación a una carga de salida incluso si la fuente de voltaje alterno de entrada resulta temporalmente indisponible.

15

Una parte integral de la arquitectura es un sistema de almacenamiento interno/externo (habitualmente cadenas de baterías con tecnología de fabricación dispar) que garantiza la continuidad del suministro de alimentación sobre la carga durante un tiempo predeterminado si la red eléctrica de entrada resulta indisponible. Un sistema de emergencia que se salta en su totalidad la UPS (conocido, en la bibliografía, como conmutador de derivación) conecta la carga directamente a una red eléctrica auxiliar de entrada en caso de fallo o finalización del tiempo de funcionamiento de la propia UPS.

20

El documento JP H02 164236 da a conocer una UPS con un dispositivo para conectar y desconectar una batería a un bus CC usando un par paralelo de conmutadores unidireccionales en oposición, un diodo para la carga y un tiristor para la descarga. El rizado de la red eléctrica durante la carga se suprime por medio de un inductor en serie con el diodo de carga.

25

La Figura 1 y la Figura 2 ilustran los bloques que constituyen dos ejemplos de UPS de un tipo conocido y usan principios de funcionamiento diferentes para lograr el mismo resultado.

30

La Figura 1 muestra una UPS 1000 que comprende un sistema de rectificación CA/CC 1001 que está conectado, en la entrada, a una fuente de CA 1002, por ejemplo, a la red eléctrica principal, con una serie de conductores de alimentación que puede estar comprendida entre dos (sistemas monofásicos) y cuatro (sistemas trifásicos con neutro) conductores. El sistema de rectificación CA/CC 1001 está conectado, en la salida, a un bus CC 1003 en el que están dispuestos una cadena de baterías de alto voltaje 1004 (cuyos valores de funcionamiento están comprendidos, habitualmente, entre 500 y 900 V CC) y condensadores internos 1006.

35

En el ejemplo de la Figura 1, el sistema de rectificación CA/CC 1001 tiene la función dual de cargador de baterías y estabilizador del voltaje del bus CC 1003 en los condensadores internos 1006.

40

El bus CC 1003 está conectado a la entrada de un sistema inversor CC/CA 1005, el cual alimenta la carga de salida 1007, dispuesta por el usuario, consumiendo energía de la batería 1004 y/o del sistema de condensadores internos 1006 en función de la lógica operativa de la UPS. Este sistema inversor CC/CA 1005 se puede aislar con respecto a la carga por medio de un conmutador de potencia 1008 conocido como conmutador de estado sólido.

45

En caso de fallo de uno de los componentes internos de la UPS o si el voltaje de entrada 1002 se sale del intervalo permisible, con el fin de garantizar la continuidad de alimentación sobre la carga, otro conmutador de potencia 1009, conocido como conmutador de derivación, se cierra para conectar la carga 1007 directamente a una red eléctrica de emergencia 1010, la cual, en las configuraciones de algunas máquinas, puede coincidir con la red principal 1002.

50

La Figura 2 ilustra otra UPS 1100 con una cadena de baterías de voltaje medio/bajo 1104 (cuyos valores de funcionamiento están comprendidos, habitualmente, entre 100 y 500 V CC para la versión de voltaje medio y entre 12 y 100 V para la versión de voltaje bajo), dispuesta fuera del bus CC 1103 interpuesto entre el sistema de rectificación CA/CC 1101 y el sistema inversor CC/CA 1105. En esta versión de la UPS 1100, están todos los elementos de la forma de realización de la Figura 1, en particular, el sistema de condensadores internos 1006, la carga 1007, el conmutador de estado sólido 1008, el conmutador de derivación 1009, y la red de emergencia 1010. Además de estos componentes, hay un cargador de batería reversible (1107), el cual permite intercomunicar la batería 1104 con el bus CC 1103. La función de este subsistema es recargar la batería 1104 en presencia de la red principal 1002 y alimentar el bus CC 1103 en caso de fallo de uno de los componentes internos de la UPS 1100 o si el voltaje de red de entrada 1002 se sale del intervalo permisible.

55

60

Los modos de funcionamiento que están presentes, habitualmente, en una UPS (implementada con sistemas lógicos más o menos complejos) son los siguientes:

65

- modo En Línea: en este modo, la cadena de baterías no suministra alimentación a la carga sino que la

absorbe, ya que se encuentra en la etapa de recarga/flotación. La carga 1007 es soportada por el sistema de conversión doble CA/CC + CC/CA, el conmutador de derivación 1009 está abierto y el conmutador de estado sólido 1008 está cerrado;

5 - modo Fuera de Línea: en este modo, el sistema es alimentado por la red de derivación 1010 directamente, y la cadena de baterías se encuentra en una condición de recarga/flotación. Cuando la red de derivación 1010 no está disponible o abandona las condiciones de tolerancia de funcionamiento, el sistema de doble conversión CA/CC + CC/CA se pone en marcha y alimenta la carga 1007 mientras que el conmutador de derivación 1009 se abre.

10 - modo de Alta Eficiencia (Modo Ecológico): esto se corresponde con una pluralidad de variantes de los modos anteriores, en la cual el elemento que se priorizará es la eficiencia de la transferencia de alimentación desde la red de entrada 1002 hacia la carga de salida 1007.

15 Desde un punto de vista de soluciones topológicas, las estrategias adaptadas para proporcionar los bloques de alimentación son las más dispares. En particular, pueden distinguirse las siguientes categorías:

20 - conmutadores electrónicos: los dispositivos para la derivación de alimentación sobre la carga se proporcionan por medio de dispositivos de alimentación activos con el fin de minimizar los retardos de intervención en la transición entre los diversos estados de los modos de funcionamiento;

25 - conmutadores mecánicos: los dispositivos para la derivación de alimentación sobre la carga se proporcionan por medio de dispositivos pasivos del tipo electromecánico para minimizar las pérdidas eléctricas;

30 - sistemas unidireccionales/bidireccionales: el flujo de alimentación en los dispositivos 1001, 1101, 1005 y 1105 puede ser unidireccional (desde la entrada hacia la salida pero no al contrario) o bidireccional (desde la entrada hacia la salida y viceversa). El flujo de alimentación en los dispositivos 1107, 1008 y 1009 es, en cambio, bidireccional. Entre las ventajas principales de una disposición bidireccional se encuentran una alta reacción dinámica del sistema y la versatilidad; entre las desventajas principales se encuentran el coste, la menor fiabilidad y una reducción generalizada de la eficiencia de conversión;

35 - sistemas de un solo nivel/multinivel: la estructura topológica de los dispositivos 1001, 1101, 1005, 1105, 1107 puede tener sistemas con dos niveles de voltaje o sistemas complejos con múltiples niveles de voltaje. Entre las ventajas principales del sistema multinivel se encuentran el bajo contenido de armónicos en la salida del voltaje y de la corriente en los inductores, y el aumento de la eficiencia de conversión; entre las desventajas se encuentran la elevada complejidad de los circuitos, el mayor coste en términos de componentes y una probabilidad más alta de fallo.

40 Uno de los inconvenientes vinculados a las UPS que constituyen el estado de la técnica es la eficiencia de la conversión eléctrica, la cual resulta difícil de mejorar a no ser que se incrementen la complejidad y los costes.

45 Otro de los inconvenientes se refiere a la degradación de la cadena de baterías, que es debida a varias causas, incluyendo sus estrategias de conexión/desconexión y los rizados de voltaje sobre el bus 1003 y 1103.

La finalidad de la presente invención es superar los inconvenientes de la técnica anterior, ideando un dispositivo y un método en particular para fuentes de alimentación ininterrumpidas, que presentan una alta eficiencia de conversión eléctrica aunque una baja complejidad topológica.

50 Dentro de esta finalidad, uno de los objetivos de la invención es evitar los fenómenos de degradación sobre la cadena de baterías.

Otro objetivo de la invención es mejorar el contenido de armónicos de la corriente bajo el voltaje de la salida en la carga.

55 Por otra parte, uno de los objetivos de la invención es permitir una gestión inteligente de la conexión y la desconexión de la batería en el bus CC.

60 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un método y un dispositivo en particular para fuentes de alimentación ininterrumpidas, que sean altamente fiables, relativamente sencillos de proporcionar y con costes competitivos.

65 Esta finalidad, así como estos y otros objetivos que se pondrán más adecuadamente de manifiesto en lo sucesivo en la presente, se logran a través de un dispositivo, a través de una UPS, a través de un inversor y a través de un proceso de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto más adecuadamente a partir de la descripción de formas de realización, preferidas aunque no exclusivas, del dispositivo y del proceso según la invención, ilustradas a título de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

- 5            la Figura 1 es el diagrama de una UPS de un tipo conocido con cargador de baterías integrado;
- la Figura 2 es el diagrama de otra UPS de un tipo conocido con cargador de baterías independiente;
- 10            la Figura 3 es el diagrama de una UPS con cargador de baterías integrado y con un dispositivo de conexión/desconexión según la invención;
- la Figura 4 es el diagrama del dispositivo de conexión/desconexión usado en la Figura 3;
- 15            la Figura 5 representa el rizado de voltaje medio sobre el condensador del bus como consecuencia de diferentes estrategias de accionamiento del conmutador 2 de la Figura 4;
- la Figura 6 es una tabla de constantes de funcionamiento que ejemplifican el algoritmo de control de la presente invención;
- 20            la Figura 7 es un diagrama de la máquina de estados del sistema de control de la UPS de la Figura 3 y del dispositivo correspondiente de la Figura 4;
- la Figura 8 muestra ejemplos de condiciones eléctricas que deben producirse dentro del sistema de UPS de la Figura 3 con el fin de poder declarar como activadas un cierto conjunto de banderas usadas en el diagrama de estados de la Figura 7, junto con las constantes de ejemplificación mostradas en la Figura 6;
- 25            la Figura 9 representa la eficiencia de conversión eléctrica total (entendida como la relación filtrada entre los niveles de alimentación eléctrica del tipo activo suministrados a la carga 1007 y extraídos de la red eléctrica principal 1002) en el modo En Línea con doble conversión a medida que varían algunos parámetros de funcionamiento de la UPS;
- 30            la Figura 10 ejemplifica, en algunos puntos de funcionamiento, la Figura 9 con el fin de ilustrar el beneficio en términos de eficiencia eléctrica que es el objetivo de la presente invención;
- 35            la Figura 11 es el diagrama de una UPS con un cargador de baterías independiente y con un dispositivo de conexión/desconexión según la invención.
- En referencia a las figuras, un dispositivo de acuerdo con una primera forma de realización de la invención, designado de manera general con el numeral de referencia 1, se aplica en paralelo sobre el bus CC 103 de una UPS 100 del tipo de la Figura 1, es decir, que comprende un sistema de rectificación CA/CC 101 que está conectado, en la entrada, a una fuente de CA 1002, por ejemplo, a la red eléctrica principal, con una serie de conductores de alimentación que pueden estar comprendidos entre dos conductores (sistema monofásico) y cuatro conductores (sistema trifásico con neutro).
- 40            El sistema de rectificación CA/CC 101 tiene la función de cargador de baterías y estabilizador del voltaje del bus CC 103 en los condensadores internos del dispositivo 1.
- El bus CC 103 está conectado a la entrada de un sistema inversor CC/CA 105, el cual alimenta la carga de salida 1007, tomando energía de las baterías y/o los condensadores internos del dispositivo 1. El sistema inversor CC/CA 105 puede estar aislado de la carga por medio de un conmutador de estado sólido 1008.
- 50            Existe, además, un conmutador de derivación 1009 para, si falla uno de los componentes internos de la UPS 100 o si el voltaje de la red de entrada 1002 se sale del intervalo permisible, conectar la carga 1007 directamente a una red eléctrica de emergencia 1010, la cual, opcionalmente, puede coincidir con la red principal 1002.
- 55            El dispositivo 1 según la invención tiene dos secciones de banco de baterías con los mismos datos identificadores, 4a y 4b, preferentemente del tipo de alto voltaje (500 a 900 V CC), cuya disposición en serie constituye la batería de la UPS 100. Cada batería 4a y 4b puede estar constituida, opcionalmente, por un grupo de baterías dispuestas en serie o en paralelo entre sí. La forma de realización descrita aquí considera el caso en el que las dos secciones de bancos de batería están compuestas, cada una de ellas, por una única batería 4a y 4b.
- 60            Las dos baterías 4a y 4b pueden estar conectadas, opcionalmente, a un lado común P que es equipotencial con el conductor neutro N de la red de entrada 1002, por medio de un conmutador bidireccional 2 que conecta el nodo P al nodo F para la conexión mutua de las dos baterías 4a y 4b.
- 65

El bus CC 103 es amortiguado por un banco adaptado de condensadores que tienen los mismos datos identificadores 6a, 6b, dispuestos, cada uno de ellos, en paralelo a la serie entre la batería respectiva 4a/4b y un conjunto respectivo de conexión/desconexión 3a, 3b, que se describe posteriormente en la presente. Estos condensadores 6a, 6b pueden estar separados, opcionalmente, con respecto al dispositivo 1 y se pueden proporcionar en el bus CC 103 en la salida al sistema de rectificación 101, con la condición de que su punto de conexión mutua F esté conectado al punto de conexión mutua de las baterías 4a y 4b, según se muestra en la Figura 4.

Cada batería 4a y 4b está conectada a una rama respectiva del bus 103 por medio del conjunto de conexión/desconexión respectivo 3a, 3b, comprendiendo, cada uno de ellos, dos conmutadores unidireccionales 31a, 32a, 31b, 32b, que están conectados mutuamente en paralelo y están dispuestos para conducir corriente en sentidos mutuamente opuestos.

En particular, en referencia a la primera batería 4a, que se indica aquí también como sección de banco positiva, el primer conjunto de conexión/desconexión 3a comprende un primer conmutador 31a del tipo activo o provisto de un terminal de puerta para el control correspondiente y un segundo conmutador 32a, por ejemplo un dispositivo unidireccional que no está controlado. En particular, el primer conmutador 31a puede ser un conmutador electrónico que puede ser controlado por voltaje, por ejemplo, un tiristor, mientras que el segundo conmutador 32a puede ser un diodo pasivo.

En la forma de realización preferida de la invención mostrada en las figuras, el primer conmutador 31a es un SCR (rectificador controlado de semiconductores) con el ánodo en el polo positivo de la batería 4a, con el cátodo en el polo positivo del bus CC 103 y con la puerta conectada a un sistema de control que está adaptado para hacer funcionar el dispositivo 1 y la UPS 100 con el proceso de acuerdo con la invención.

El diodo 32a está conectado en paralelo al SCR 31a pero con el ánodo en el polo positivo del bus CC y el cátodo en el polo positivo de la batería 4a, para conducir corriente en la dirección opuesta con respecto a la dirección del SCR 31a.

Por lo que respecta a la sección de banco negativa, el segundo conjunto de conexión/desconexión 3b está conectado entre el polo negativo de la batería 4b y el polo negativo del bus CC 103 y está provisto de conmutadores 31b, 32b que son idénticos a los correspondientes del primer conjunto de conexión/desconexión 3a.

Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras, hay un SCR 31b con el ánodo en el polo negativo del bus CC 103 y el cátodo en el polo negativo de la batería 4b, y un diodo pasivo 32b con el cátodo en el polo negativo del bus CC 103 y el ánodo en el polo negativo de la batería 4b.

La función del primer conmutador 31a, 31b es conectar/desconectar bajo la alimentación las secciones de banco de la batería dinámicamente durante la etapa de descarga. Puesto que es un conmutador unidireccional, no influye en la etapa de carga de la batería sino solamente en la etapa de descarga. El hecho de que se pueda controlar por voltaje por medio de un sistema de control externo adaptado permite implementar procedimientos para una conexión y desconexión dinámicas que están adaptadas para ampliar la vida de las baterías 4a y 4b, para aislarlas en caso de fallo y para incrementar la eficiencia de conversión del sistema.

La función del segundo conmutador o dispositivo unidireccional no controlado 32a, 32b es conectar estáticamente el bus CC 103 a la sección de banco con el fin de permitir su etapa de recarga. Puesto que es un dispositivo unidireccional, no influye en la etapa de descarga sino solamente en la etapa de carga. La presencia de este componente permite que un cargador de baterías, implementado mediante el sistema de rectificación CA/CC 101 o mediante un circuito dedicado, varíe el voltaje del bus CC 103 dinámicamente, con beneficios para la gestión de la batería y la eficiencia eléctrica.

El conmutador bidireccional 2 conectado entre el nodo F para la conexión mutua de las dos baterías 4a y 4b y el punto de referencia común P puede ser, por ejemplo, del tipo SCR o puede ser un conmutador bidireccional pasivo electromecánico.

La función del conmutador 2 es aislar el punto de referencia P con respecto a las secciones de banco. Esto permite gestionar el rizado de voltaje sobre las secciones de banco 4a y 4b de una manera inteligente y ampliar considerablemente la vida de las baterías.

La explicación teórica y práctica para la inserción del conmutador bidireccional 2 es la variación del rizado de voltaje sobre las secciones de banco individuales 4a y 4b.

Cuando el conmutador 2 está cerrado, cada sección de banco individual está conectada al punto P, que es el punto de conexión con respecto al cual el cargador de baterías (el sistema de rectificación CA/CC 101 o un cargador de baterías externos, tal como el designado con 1107 en la Figura 11) lleva a cabo el proceso de

recarga, y al neutro de la carga 1007 en la salida. El hecho de que esté conectado conlleva la presencia de un rizado de voltaje sobre la batería, que presenta el comportamiento 201 representado en la Figura 5.

5 Cuando el conmutador 2 está abierto, el punto común F de cada sección de banco está aislado del punto neutro P, aunque, desde un punto de vista dinámico, su voltaje sigue coincidiendo, por término medio, con el correspondiente del punto P. Esta última propiedad sigue permitiendo que funcionen las reglas de control del ajuste de alimentación de entrada llevado a cabo por el cargador de batería. La demostración de esta propiedad se deriva de la teoría básica de sistemas eléctricos: por ejemplo, si se considera un sistema de entrada trifásico balanceado, se demuestra que el voltaje entre la fuente de entrada 1002 y el nodo F tiene un componente medio nulo y un componente a una frecuencia que es tres veces la de la red 1002 (tercer componente armónico) que no interviene en el flujo de alimentación activa. Por el contrario, el rizado de voltaje que recibe cada sección de banco 4a y 4b es considerablemente menor que si el punto P está en cortocircuito con el nodo F, por ejemplo, con el comportamiento 202 mostrado en la Figura 5. Un rizado de voltaje (y, por lo tanto, un rizado de corriente) más pequeño conduce a un menor estrés electroquímico de los elementos de la batería y, por lo tanto, a una extensión de su vida y a una reducción de la probabilidad de fallo.

El conmutador 2 se puede accionar de acuerdo con varias estrategias.

20 De acuerdo con una primera estrategia, el conmutador 2 se puede accionar siguiendo la lógica de la carga de salida 1007 del sistema inversor CC/CA 105.

En particular, si la potencia requerida por la carga 1007 y entregada por el sistema inversor CC/CA 105 es menor que un cierto umbral del porcentaje de la carga (por ejemplo, el 30% de la potencia nominal), el conmutador 2 se mantiene cerrado. En esta condición, el rizado de corriente que se produce sobre los condensadores 6a y 6b y, por lo tanto, sobre las baterías 4a y 4b es modesto.

30 Si, por el contrario, la potencia requerida por la carga 1007 y entregada por el sistema inversor CC/CA 105 es mayor que un cierto umbral del porcentaje de carga (por ejemplo, 30% de la potencia nominal), el conmutador 2 se mantiene abierto. En esta condición, el rizado de corriente que se produce sobre los condensadores 6a y 6b y, por lo tanto, sobre las baterías 4a y 4b, sería alto si el conmutador estuviese cerrado, y, por lo tanto, se aprovechan las ventajas explicadas anteriormente.

35 De acuerdo con otra estrategia, el conmutador 2 se puede accionar siguiendo la lógica de recarga de la batería en el modo Fuera de Línea, es decir, en el modo en el que la carga 1007 es mantenida por la red de emergencia 1010, y el sistema de conversión CC/CA 105 se mantiene a off u un sin ninguna carga. El cargador de batería 1107, si hubiese alguno, o el sistema de rectificación CA/CC 101 se mantienen, por el contrario, encendidos para recargar la cadena de baterías o mantenerla en una condición de amortiguamiento.

40 En esta segunda estrategia para accionar el conmutador 2, la lógica que se sigue es la siguiente.

45 Si la potencia entregada por el sistema de rectificación CA/CC 101 o por el cargador de baterías opcional 1107 es alta debido a que la batería se encuentra en la etapa de recarga, el conmutador 2 se mantiene abierto. En esta condición, el rizado de corriente que se produce sobre los condensadores 6a y 6b y, por lo tanto, sobre las baterías 4a y 4b sería alto, ya que la corriente de recarga es alta. Por el contrario, el mantenimiento del conmutador 2 en abierto, mitiga el problema sin comprometer el proceso de recarga.

50 Si, en cambio, la potencia entregada por el sistema de rectificación CA/CC 101 o por el cargador de baterías opcional 1107 es baja debido a que la batería se encuentra en la etapa de flotación, el conmutador 2 se mantiene cerrado. En esta condición, el rizado de corriente que se produce sobre los condensadores 6a y 6b y, por tanto, sobre las baterías 4a y 4b es bajo ya que la corriente de recarga/flotación es baja.

55 En una segunda forma de realización de la invención, mostrada en la Figura 11, la función de cargador de baterías es confiada a un cargador de baterías externo 1107 del tipo reversible, tal como el correspondiente de la Figura 2. En este caso, la UPS comprende un sistema de rectificación CA/CC 1101 sin funciones de cargador de batería, un sistema inversor CC/CA 1105 y un bus CC 1103 que conecta los dos sistemas CA/CC y CC/CA y es amortiguado por un banco adaptado de condensadores 1006a y 1006b que tienen los mismos datos identificadores. En la entrada y en la salida a la UPS de la Figura 11 se encuentran los mismos elementos que en la primera forma de realización de la Figura 3.

60 Un dispositivo 11 de acuerdo con la segunda forma de realización de la invención comprende un conjunto de conexión/desconexión para cada una de dos secciones de banco de batería 1104a y 1104b que tienen los mismos datos identificadores, preferentemente a un voltaje alto (500-900 V CC), cuya disposición en serie constituye la batería de la UPS de la Figura 11. Cada batería 1104a y 1104b puede estar constituida, opcionalmente, por un grupo de baterías, dispuestas en serie o en paralelo entre sí. En la segunda forma de realización descrita aquí, se considera el caso en el que las dos secciones de banco de baterías están compuestas, cada una de ellas, por una única batería 1104a y 1104b.

Las dos baterías 1104a y 1104b se pueden conectar, opcionalmente, a un nodo común que es equipotencial con el conductor neutro N de la red de entrada 1002, por medio de un conmutador bidireccional (no mostrado en la figura) que conecta el nodo común al nodo F para la conexión mutua de las dos baterías 1104a y 1104b.

Los condensadores 1006a, 1006b se pueden incluir en el dispositivo 11 o pueden ser independientes con respecto al dispositivo 11 y se pueden proporcionar en el bus CC 1103 en la salida al sistema de rectificación 1101. En los dos casos, se hace que el punto de conexión mutua de los condensadores 1006a, 1006b resulte equipotencial con respecto al punto de conexión mutua de las baterías 1104a y 1104b, según se muestra en la Figura 11.

Cada batería 1104a y 1104b está conectada a una rama respectiva del bus 103 por medio del conjunto de conexión/desconexión respectivo, con la interposición del cargador de baterías reversible 1107, el cual está conectado, también al mismo potencial que el punto de conexión mutua de las baterías 1104a y 1104b. Cada conjunto de conexión/desconexión es idéntico estructuralmente al correspondiente de la primera forma de realización, es decir, comprende dos conmutadores unidireccionales 31a, 32a, 31b, 32b, los cuales están conectados mutuamente en paralelo y están dispuestos para conducir corriente en sentidos mutuamente opuestos.

Como en la primera forma de realización, el primer conmutador 31a es del tipo activo o está provisto de un terminal de puerta para el control de voltaje o corriente correspondiente, por ejemplo, un tiristor o un SCR, mientras que el segundo conmutador 32a es un dispositivo unidireccional no controlado, tal como un diodo pasivo.

En el caso particular en el que se usa un SCR como primer conmutador 31a, el ánodo correspondiente está conectado al polo positivo de la batería 1104a por medio del cargador de batería 1107 y tiene el cátodo en el polo positivo del bus CC 1103 y la puerta conectada a un sistema de control adaptado para hacer funcionar el dispositivo 11 y la UPS de la Figura 11 por medio del método de acuerdo con la invención.

El diodo 32a está conectado en paralelo al SCR 31a, pero con el ánodo en el polo positivo del bus CC 1103 y el cátodo conectado al polo positivo de la batería 1104a por medio del cargador de baterías 1107, para conducir corriente en la dirección opuesta con respecto a la dirección del SCR 31a.

Por lo que respecta a la sección de bancos negativa, el segundo conjunto de conexión/desconexión está conectado entre el polo negativo de la batería 1104b, por medio del cargador de baterías 1107, y el polo negativo del bus CC 1103, y tiene conmutadores 31b, 32b que son idénticos a los correspondientes del primer conjunto de conexión/desconexión.

Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras, hay un SCR 31b con el ánodo en el polo negativo del bus CC 1103 y el cátodo conectado al polo negativo de la batería 1104b por medio del cargador de baterías 1107, y hay un diodo pasivo 32b con el cátodo en el polo negativo del bus CC 1103 y el ánodo conectado al polo negativo de la batería 1104b.

Los primeros conmutadores 31a, 31b de los conjuntos de conexión/desconexión de las dos formas de realización de las Figuras 3 y 11 se pueden usar en una forma de realización en particular ventajosa para llevar a cabo las funciones de gestión del proceso de carga de las baterías, gestión de la transición de los modos de funcionamiento (En Línea, Fuera de Línea, Modo Ecológico) y desconexión de la batería en caso de fallo recurriendo a un sistema de control, el cual puede ser previsto fácilmente, en términos de circuitos, por una persona versada en la materia y se caracteriza por que implementa una máquina de estados y un proceso de acuerdo con la invención para llevar a cabo las funciones antes citadas.

Estas funciones derivan en una preservación de la vida de la batería y en un incremento de la eficiencia eléctrica global de la UPS, tal como se describirá posteriormente en la presente.

El sistema de control está adaptado para controlar por lo menos los primeros conmutadores 31a, 31b del dispositivo (1 u 11) con el fin de conectarlo o desconectarlo con respecto al bus CC, para detectar el voltaje en el bus CC y para fijar voltajes de consigna del sistema de rectificación CA/CC. Por otra parte, el sistema de control está adaptado para controlar la activación y la desactivación del sistema de rectificación CA/CC, del sistema inversor CC/CA, y para acceder y conmutar a off el conmutador de estado sólido 1008, el conmutador de derivación 1009 y, opcionalmente, el conmutador 2, si estuvieran presentes.

Para entender el diagrama de control considérese la UPS de la Figura 3, la cual muestra algunas constantes de funcionamiento enumeradas en la tabla de la Figura 6, que se usarán, sin ninguna restricción sobre su generalidad, con el fin de ilustrar los modos de funcionamiento de la presente invención.

En el control de la UPS de acuerdo con la segunda forma de realización de la Figura 11 se aplicarán también las

mismas observaciones sobre el funcionamiento que se ofrecen a continuación.

La gestión del primer y del segundo conmutadores 31a, 31b, 32a, 32b en combinación con los elementos 101, 105, 1008 y 1009 sigue el diagrama de estados proporcionado en la Figura 7, que muestra los modos de funcionamiento según la invención.

Por motivos de simplicidad, el funcionamiento de la máquina de estado se describe únicamente para la sección de banco positiva de la batería 4a y para la sección de banco positiva 6a del bus CC 103: debe considerarse que las condiciones se duplican y son válidas, también, para las secciones de banco negativas 4b y 6b.

Antes de proseguir, cabe especificar que la expresión “galvánicamente desconectado” se entiende como referencia a un componente del circuito eléctrico cuyos nodos de entrada y/o salida terminales no están conectados físicamente a otros terminales de otros elementos del circuito al que pertenece, mientras que “eléctricamente desconectado” se entiende como referencia a un componente del circuito eléctrico cuyos nodos terminales están conectados, ambos, a otros nodos del circuito al que pertenece, pero no se ve afectado por intercambios de cargas eléctricas, es decir, de corrientes eléctricas, con otros componentes del circuito.

En referencia a la Figura 7, considerando el sistema inicialmente en el estado de “Reposo” 701, el primer conmutador 31a está abierto (“31a\_ON=0”) y el sistema de rectificación 101 se pone en marcha (“101\_ON=1”) y se fija para generar un voltaje en el bus CC 103 (“voltaje bruto” o V\_BULK) igual a “RECT\_LOW\_VOLT”, es decir, a un valor de consigna predeterminado de voltaje bajo del CA/CC, que es menor en valor, preferentemente entre un 5% y un 10%, que el voltaje nominal (“BATT\_NOM\_ZERO”) de la serie de las baterías 4a+4b en el estado de carga completa y a potencia cero. El sistema inversor CC/CA 105 se pone en marcha (105\_ON=1) y suministra alimentación a la carga 1007, ya que el conmutador de estado sólido 1008 está cerrado (“1008\_ON=1”) y el conmutador de derivación 1009 está abierto (“1009\_ON=0”).

Puesto que el voltaje “RECT\_LOW-VOLT” es menor que el voltaje nominal a potencia cero de la batería cargada (“BATT\_NOM\_ZERO”), el diodo 32a está en off. Puesto que el primer conmutador 31a se mantiene abierto y viene del estado de “Carga” 702 descrito posteriormente en la presente, el primer conmutador 31a está en off: el resultado es que, en este estado, la batería 4a está desconectada eléctricamente del bus CC 103 de la UPS 100, ya que no se ve afectada por el flujo de corriente.

La carga 1007 es soportada por el sistema de conversión doble de CA/CC + CC/CA 101 y 105, ya que el conmutador de derivación 1009 también está en la posición abierta y el conmutador de estado sólido 1008 está cerrado. Este es el estado de funcionamiento en el que la UPS 100 funciona normalmente en el modo de En Línea de doble conversión y pasa la mayor parte del tiempo en este estado.

El hecho de que la batería 4a esté desconectada eléctricamente del bus CC 103 tiene la ventaja de su preservación y ampliar su vida con respecto a sistemas que, a pesar de no descargarla/flotarla, la siguen manteniendo conectada eléctricamente al bus CC.

La ventaja adicional de esta gestión reside, también, en la mejora de la eficiencia eléctrica de la máquina, tal como se describirá posteriormente en la presente.

Son posibles varias migraciones desde este estado de reposo 701. Si se produce una caída de voltaje del bus CC 103 por debajo de un primer umbral de voltaje “SLOW\_BULK\_VOLT” dentro de un tiempo de observación largo predeterminado (comprendido, a título indicativo, entre 1 segundo y 10 segundos) o por debajo de un segundo umbral de voltaje “FAST\_BULK\_VOLT” dentro de un tiempo de observación corto predeterminado (comprendido, a título indicativo, entre 0.001 segundos y 0.5 segundos), nos movemos al estado de “Espera” 703. La reducción del voltaje bruto puede producirse por diferentes motivos, tales como la falta de la red de entrada 1002 que alimenta el sistema de rectificación CA/CC 101, el fallo de uno o más circuitos de dicho sistema, la autodescarga de la batería 4a, o cualquier otro fenómeno que provoque pérdida de carga en el condensador 6a.

En el estado de “Espera” 703, la única variación con respecto al estado de “Reposo” 701 es el cierre del primer conmutador 31a del dispositivo 1. Puesto que el punto de consigna del voltaje del CA/CC no se ha modificado, el primer conmutador 31a comienza a conducir y, por lo tanto, la batería 4a se conecta eléctricamente al bus CC 103 en el modo de descarga y lleva el bus CC 103 al voltaje “BATT\_NOM\_ZERO”. En esta etapa, la carga 1007 es alimentada tanto por el sistema de doble conversión de CA/CC + CC/CA 101 y 105 como por la batería 4a.

Después de un tiempo predeterminado “TIME\_WAIT” para esperar en el estado 703, se pasa al estado de “Descarga” 704. En este estado, no se producen cambios en el estado del funcionamiento de los componentes 31a, 101, 105, 1008 y 1009, y el punto de consigna del sistema de rectificación CA/CC 101 se lleva al valor del voltaje de flotación de la batería 4a “BATT\_FLOAT”, que tiene un valor que es superior, preferentemente entre un 5 y un 10%, al voltaje nominal (BATT\_NOM\_ZERO) de la serie de las baterías 4a+4b en el estado de carga y a potencia cero. La finalidad de esta acción es desencadenar el proceso de carga de la batería (si fuera posible)

elevando el voltaje sobre las baterías 4a y 4b: la determinación de lo que ocurre se deriva de la monitorización de la corriente que entra en el batería 4a (a la que se hace referencia en la presente, de manera concisa, como "I\_BT") y del voltaje del bus CC 103 (al que se hace referencia, en la presente, como "V\_BT"), que, en esta etapa, coincide con el voltaje de las baterías 4a y 4b, puesto que los primeros conmutadores 31a y 31b están cerrados.

Para la monitorización de la corriente, resulta útil definir banderas del tipo Booleano, es decir, que adoptan el valor "VERDADERO" si se verifican las condiciones o "FALSO" si no se verifican, tales como las indicadas en la Figura 8. En particular, se permanece en el estado de "Descarga" 704 hasta que las banderas "BATT\_IN\_CHARGE" o "BATT\_IN\_BUFFER" adoptan el valor "VERDADERO".

En particular, la bandera "BATT\_IN\_CHARGE" se fija a "VERDADERO" cuando I\_BT se hace mayor que la corriente final de recarga de la batería 4a (I\_BATT\_IN\_CHARGE).

La bandera "BATT\_IN\_BUFFER" se fija a "VERDADERO" cuando I\_BT se hace superior o igual a la corriente final de descarga de la batería 4a (I\_BATT\_IN\_DISCHARGE), inferior o igual a la corriente final de recarga de la batería 4a y V\_BT es superior o igual a un valor de voltaje predeterminado que es ligeramente menor que BATT\_FLOAT, por ejemplo, inferior a 10 V CC, según se indica en la Figura 8: cuando se producen estas condiciones en BATT\_IN\_CHARGE o en BATT\_IN\_BUFFER, se migra al estado de Carga 702.

Opcionalmente, antes de fijar el valor de las banderas a "VERDADERO", es posible fijar un periodo de tiempo límite durante el cual persiste la condición detectada.

En el estado de "Carga" 702, la batería 4a se somete al proceso de carga, que controla el voltaje sobre la misma. Puesto que la batería no debe descargarse, el primer conmutador 31a se abre y, con el fin de proporcionar su estado off (es decir, la eliminación real de la corriente que fluye a través del mismo), el punto de consigna de voltaje del sistema de rectificación CA/CC 100 se fija al valor "BATT\_FLOAT". La batería 4a tiene un voltaje que, en cualquier caso, está comprendido entre su voltaje final de descarga "BATT\_END\_DISCHARGE" y su voltaje de flotación "BATT\_FLOAT", y, por lo tanto, el primer conmutador 31a está polarizado inversamente y, de hecho, se abre. El diodo 32a comienza a conducir y, por lo tanto, la batería 4a puede absorber corriente del bus CC 103 para llevar a cabo la etapa de recarga.

La UPS 100 permanece en el estado de "Carga" 702 durante un cierto tiempo hasta que la batería 4a finaliza la etapa de carga; en este momento, se migra nuevamente al estado de "Reposo" 701, en el que la batería, que ahora está cargada, se desconecta eléctricamente (para la carga y la descarga) del bus CC 103.

Desde el estado de "Reposo" 701, se pasa al estado de "Test-Eco" 705 si se activa un modo al que se hace referencia, aquí, como "ECO\_MODE": este estado se usa para someter a prueba la capacidad de la cadena de baterías 4a y 4b de entregar carga antes de migrar a un estado de modo de "ahorro". En este estado, el sistema de rectificación CA/CC 101 se pone en marcha y el primer conmutador 31a se cierra: por lo tanto, la batería 4a se conecta eléctricamente para carga y descarga al bus CC 103.

El sistema inversor CC/CA 105 se pone en marcha pero no alimenta la carga 1007, ya que el conmutador de estado sólido 1008 está abierto. La carga 1007 es soportada directamente por la red eléctrica de emergencia 1010 ya que el conmutador de derivación 1009 está cerrado.

En esta etapa 705, el punto de consigna del voltaje del sistema de rectificación CA/CC 101 sigue siendo el bajo ("RECT\_LOW\_VOLT"): el cierre del primer conmutador 31a conecta la batería 4a al bus CC 103 y, si la batería 4a todavía dispone de tiempo de funcionamiento, fuerza el voltaje del bus CC a un valor que tiende al voltaje nominal a potencia cero con una batería cargada ("BATT\_NOM\_ZERO") por medio del primer conmutador 31a. Si, en cambio, la batería 4a no dispone de tiempo de funcionamiento, su voltaje está próximo al voltaje final de descarga ("BATT\_END\_DISCHARGE") y se recarga por medio del segundo conmutador 32a a través del sistema de rectificación CA/CC 101. Se migra al estado de ahorro 706 ("Eco-mode") únicamente si se observa que el voltaje del bus CC 103 es superior, en un cierto valor, al valor de consigna de la corriente del "RECT\_LOW\_VOLT", para indicar una batería con capacidad de carga o una batería recargada.

En el estado de "Eco-mode" 706, la eficiencia eléctrica de la UPS 100 se optimiza en el modo de Fuera de Línea y se garantiza una capacidad de reacción máxima para el restablecimiento del modo de Conversión Doble En Línea en caso de fallo o si se abandona el intervalo de voltajes permisibles de la red de derivación 1010.

Tanto el sistema de rectificación CA/CC 101 como el sistema inversor CC/CA 105 se detienen, mientras que el primer conmutador 31a se mantiene cerrado y la batería 4a se mantiene conectada al bus CC 103 (una batería que no está sustancialmente ni cargada ni descargada) y la carga 1007 es alimentada por la red de emergencia 1010 por medio del conmutador de derivación 1009.

Cuando se detecta una salida de la tolerancia de la red de emergencia 1010 que está alimentando la carga 1007,

por medio de una monitorización de amplitud y frecuencia de la red eléctrica, se pasa inmediatamente al estado de “Espera” 703, volviendo a poner en marcha el sistema CA/CC 101 y el sistema CC/CA 105 y produciéndose una conmutación desde la línea con una abertura simultánea del conmutador de derivación 1009 y el cierre del conmutador de estado sólido 1008.

5

Tal como se ha mencionado, la introducción de los conmutadores unidireccionales 31a, 31b, 32a y 32b se puede usar para tener un incremento considerable de la eficiencia eléctrica de la máquina.

10

Para entender exhaustivamente la presente invención, debe considerarse cómo se proporcionan habitualmente los elementos 101, 1107, 105, 1008 y 1009 en los antecedentes de la técnica actual.

15

Los conmutadores 1008 y 1009 se proporcionan por medio de tecnología electrónica con el fin de minimizar el tiempo de inserción/desconexión usando diodos SCR. Estos componentes tienen principalmente pérdidas de conducción que dependen de la corriente continua y componentes de conmutación despreciables a la frecuencia de la red 1002.

20

El sistema CA/CC 101, el sistema de cargador de baterías 1107 y el sistema CC/CA 105 se proporcionan por medio de una tecnología IGBT o MOSFET de acuerdo con topologías dispares y se accionan en concordancia con técnicas de modulación por anchura de impulsos (PWM). Estos subsistemas se ven afectados por diversos tipos de pérdida debido a las características tecnológicas y de construcción de los componentes. Se distinguen, en particular:

25

- pérdidas de conducción de IGBT, que dependen de la corriente continua que fluye en el componente;
- pérdidas de conducción de diodos, que dependen de la corriente continua que fluye a través de los diodos que permiten la recirculación de la alimentación hacia la parte CC de la UPS;

30

- pérdidas de conmutación de IGBT, que dependen de la frecuencia de conmutación de la PWM proporcionalmente, del voltaje CC sobre el componente en la conmutación on-off y off-on, y de las características de construcción del componente de IGBT;

35

- pérdidas por recuperación de diodos, que dependen de la frecuencia de conmutación de la PWM proporcionalmente, del voltaje CC sobre el componente en la conmutación on-off y off-on, y de las características de construcción de los componentes IGBT y los diodos de acuerdo con el fenómeno de “Carga de Recuperación”, el cual es conocido en la bibliografía;

40

- pérdidas por inductores: para limitar la corriente en la entrada desde la red 1002 ó en la salida hacia la carga 1007, se añaden inductores de potencia entre la red eléctrica/la carga y la parte de semiconductores, y dichos inductores se ven afectados por pérdidas en el devanado de cobre, pérdidas de histéresis y corrientes de Foucault en el núcleo ferromagnético. Para las mismas características de construcción, las pérdidas en el cobre dependen de la corriente y las pérdidas en el hierro dependen de la cantidad de rizado de corriente que esté presente en el inductor.

45

La corriente de entrada/salida no se puede cambiar, ya que viene fijada por la potencial nominal de la máquina y por los valores nominales de la red eléctrica 1002 y los valores nominales que se generarán en la carga 1107. Por lo tanto, para componentes iguales y características iguales de los mismos, no se pueden optimizar de manera perceptible todas las pérdidas de conducción descritas.

50

Las pérdidas por conmutación, en cambio, se pueden reducir significativamente, para componentes iguales y características iguales de los mismos, reduciendo el voltaje en el que conmutan los conmutadores de IGBT/MOSFET: este voltaje no es otro que el voltaje bruto (es decir, el voltaje CC en la salida proveniente del sistema de rectificación CA/CC) o, en el caso de la invención, el voltaje semibruto, que es un parámetro que se puede variar dinámicamente gracias al uso del sistema de rectificación CA/CC 101 ó del cargador de baterías 1107 y se puede controlar de acuerdo con un módulo lógico de acoplamiento que puede ser tan complejo como se desee.

55

60

El aumento de la eficiencia de la máquina se puede lograr elevando el voltaje bruto en la salida del sistema de rectificación CA/CC 101 ó del cargador de baterías 1107 a un valor relativamente bajo, en particular al valor “RECT\_LOW\_VOLT”, que puede estar comprendido, a título indicativo, entre el 90% y el 95% del voltaje nominal (“BATT\_NOM\_ZERO”) de la serie de las baterías 4a + 4b (o 1104a + 1104b) en un estado de carga completa y a potencia cero.

65

Este valor debe ser inferior al voltaje “BATT\_NOM\_ZERO” de la batería 4a, para inhibir su recarga, y requiere que la batería 4a se desconecte en descarga del bus CC 103 mediante la conmutación a off del primer conmutador 31a. De esta manera no se produce ningún conflicto entre la necesidad de ampliar la vida útil de la batería 4a, manteniéndola desconectada eléctricamente del bus CC 103 de la UPS 100, para garantizar un

tiempo de funcionamiento completo, e incrementar la eficiencia de transferencia eléctrica de la máquina.

La Figura 9 muestra una comparación entre la eficiencia de conversión eléctrica en el modo de Conversión Doble En Línea a medida que varía el porcentaje de la carga (del 0% al 100%) en función del voltaje bruto total que fuerza el sistema de rectificación CA/CC 101 o el cargador de baterías 1107 en el lado CC de la UPS 100. La comparación se proporciona para tres voltajes brutos que son próximos a los que interesan y a los que se ha hecho referencia en la Figura 6. Tal como puede observarse, la eficiencia es alta incluso con porcentajes de carga muy bajos.

En los antecedentes de la técnica actual, la batería se mantiene de manera constante conectada eléctricamente al bus CC, y el sistema de rectificación CA/CC tiene que forzar un voltaje que es al menos igual a "BATT\_FLOAT" con el fin de evitar que la batería intervenga en descarga sobre el flujo de alimentación cuando no hay necesidad, manteniéndola, así, en condiciones de flotación.

El método presentado aquí, gracias al uso inteligente del primer conmutador unidireccional 31a en combinación con el sistema de rectificación CA/CC 101, permite una ganancia de eficiencia eléctrica total (para componentes y topología iguales del sistema de rectificación CA/CC 101 y, por lo tanto, a costes iguales) de aproximadamente el 1% en el punto de eficiencia máxima con el 75% de la potencia nominal.

La Figura 10 muestra la comparaciones entre una solución de la técnica anterior convencional con el bus CC 1003 mantenido en "BATT\_FLOAT" y la solución de acuerdo con la invención. En la cual el bus CC se ajusta a un voltaje "RECT\_LOW\_VOLT".

La tabla de la Figura 10 y las ventajas de la invención son evidentes a partir de las siguientes observaciones.

En primer lugar, se produce una reducción significativa de los costes de funcionamiento. Para un mismo perfil de carga sobre la carga 1007 del usuario, un incremento de la eficiencia de conversión conlleva un uso menor de potencia (y, por lo tanto, de consumo de energía) en el lado de la red eléctrica de entrada 1002. Esto deriva en un menor coste de funcionamiento de la UPS 100. A título de ejemplo, una máquina de 100 kV A que integra las funciones de la presente invención y se usa con un factor de potencia de 1 y se mantiene constantemente a un 75% de carga nominal en la salida (estadísticamente la carga representativa) permite un ahorro de aproximadamente 7400 kWh/año de potencia consumida por la red 1002 con respecto a la misma solución de la técnica anterior.

Un factor de ahorro adicional reside en la menor potencia (habitualmente del tipo eléctrico) que se requiere para acondicionar el entorno de instalación de la UPS y de su cadena de baterías, ya que la mayor eficiencia eléctrica de la UPS deriva, de hecho, en una menor emisión de calor por parte de dicha UPS.

Otra ventaja de la invención es la mayor fiabilidad de la UPS. Los semiconductores usados habitualmente para fabricar los componentes 101, 105, 1107, 1008 y 1009 tienen un MTBF ("Tiempo Medio entre Fallos") que se reduce cuando aumenta el voltaje sobre ellos y en el que se produce la conmutación de la técnica de modulación por anchura de impulsos (PWM). El mantenimiento del voltaje bruto a un nivel bajo como en la presente invención, es decir, a "RECT\_LOW\_VOLT", evita la amplificación de fenómenos degenerativos que son conocidos en la bibliografía, tales como el efecto de rayos cósmicos o la degradación debida a condensadores parásitos de los propios componentes, incrementado el MTBF de la UPS para componentes y estructura iguales de la máquina.

Por otra parte, en contraposición a la tendencia a incrementar la complejidad topológica de los sistemas de rectificación CA/CC y de los cargadores de baterías con el fin de aumentar la eficiencia eléctrica, la presente invención usa una solución simple que permite una mayor eficiencia para los mismos componentes 101, 105, 1107, 1008 y 1009, dejando el MTBF sustancialmente sin variaciones.

En instalaciones del sistema en las que se requiere una redundancia sobre la carga 1007, habitualmente se colocan dos o más unidades de UPS, conectándose sus salidas en paralelo. En un ejemplo de paralelo redundante con dos unidades de UPS 100 con una potencia nominal de 100 kV A en las cuales las condiciones de carga son el 100% de la carga nominal de la instalación, las dos unidades de UPS proporcionan, cada una de ellas, 50 kV A de potencia a la carga.

Un aumento de la eficiencia a bajos valores de potencia (en el ejemplo, de 50 kV A) debido a las soluciones de la presente invención, si se compara con la eficiencia de un sistema no redundante que tenía que suministrar toda la potencia a la carga (es decir, 100 kV A), conlleva un ahorro de la energía consumida por la red eléctrica principal 1002 de aproximadamente 7900 kWh/año, con la ventaja adicional de redundancia sobre la propia carga.

Otro elemento que se puede usar para mejorar la eficiencia eléctrica (y, por lo tanto, los costes de funcionamiento) de la UPS 100 es la reducción de la frecuencia de conmutación de los semiconductores del

sistema de rectificación CA/CC 101 y del sistema inversor CC/CA 105 en la modulación con el método de PWM.

5 En particular, en el sistema de control y la frecuencia con la cual se actualizan las variables de activación de los dispositivos de alimentación 101, 105 y, opcionalmente, 1107, es un múltiplo entero o un submúltiplo entero de la frecuencia de PWM. Típicamente, se ejecutan algoritmos de control digital en su totalidad una vez por cada ciclo de PWM (control de tiempo real); las variables de activación de estos controles son, en general, los ciclos de trabajo de control de los IGBT/MOSFET/SCRs.

10 Se sabe que la mayoría de métodos de control lineal de ciclo cerrado realizados con una frecuencia de control (FC) conduce a bandas de paso que, como mucho, pueden llegar al valor de FC/10 sin sacrificar excesivamente el margen de fase, que no debería caer por debajo de 30° - 40°. Con el fin de obtener un rendimiento dinámico aceptable, en particular en respuestas a transitorios de carga, la banda de paso de ciclo cerrado debe tener un valor suficientemente alto: este requisito está en contraposición a la exigencia de reducir la frecuencia de PWM con el fin de mejorar la eficiencia eléctrica. En la UPS 100 de acuerdo con la invención, es, por lo tanto, posible usar diferentes métodos conocidos de por sí con el fin de conseguir que los dos requisitos coexistan.

15 Por ejemplo, es posible usar una frecuencia FC que sea un múltiplo entero de la frecuencia de PWM, preferentemente igual a dos veces la frecuencia de PWM.

20 Como alternativa, es posible usar técnicas de control avanzadas, en las cuales los sistemas de control se sintetizan con la ayuda de esquemas predictivos, tales como compensadores de retardo finito, predictores de Smith, etcétera. Alternativamente, es posible recurrir a técnicas no lineales que permiten superar el límite de FC/10 antes citado y aproximarse a límite teórico de Shannon de FC/2.

25 Opcionalmente, es posible recurrir a esquemas de control mixtos, en los cuales parte del ajuste se lleva a cabo en el dominio digital y parte se realiza en el dominio no lógico. De esta manera es posible superar la limitación fijada por los sistemas digitales, aunque con algunas desventajas por lo que respecta a la inmunidad al ruido.

30 La solución preferida que se puede usar en la UPS de acuerdo con la invención es fijar  $FC=2*FPWM$ , es decir, dos actualizaciones de los valores de control en cada ciclo de PWM, usando las siguientes técnicas del tipo predictivo que ayudan a la ampliación de la banda de paso para una frecuencia de PWM igual si sacrificar el margen de fase:

35 - técnica de compensación del retardo de muestreo de corriente CA/CC: el retardo de muestreo y la ejecución del control digital se pueden cuantificar como  $1/(2*FC)$ , lo cual hace que el sistema sea un sistema con un retardo finito puro. Este retardo se puede aproximar de acuerdo con Padé con una representación polinómica que se detiene en el primer orden;

40 - técnicas de alimentación en sentido directo para predeterminar el ciclo de trabajo: tanto en el ajuste del sistema de rectificación CA/CC 101 como del sistema inversor CC/CA 105, se aplican técnicas que precálculan el ciclo de trabajo a aplicar en los puentes respectivos sobre la base de las lecturas filtradas de los voltajes de entrada de la red 1002, voltajes semibrutos en los condensadores 6a y 6b y el voltaje instantáneo producido por la UPS 100 sobre la carga 1007.

45 La carga de salida 1007 puede tener características altamente variables. Es posible, en particular, tener cargas lineales o no lineales.

50 En cargas lineales, la impedancia, es decir, la relación entre el voltaje sobre la carga y la corriente en la carga, es constante con el tiempo o, de una manera equivalente, con el ángulo de fase. Las cargas lineales se clasifican, entonces, de acuerdo con el factor de potencia (es decir, el coseno del ángulo entre el primer armónico del voltaje sobre los terminales y el primer armónico de la corriente). Con un factor de potencia unitario, se tienen cargas resistivas en las cuales toda la potencia aparente entregada por la UPS 100 es potencia activa usada por la carga 1007. Con un factor de potencia positivo no unitario, hay cargas en las cuales parte de la potencia aparente entregada por la UPS 100 es potencia activa y parte es potencia reactiva almacenada de los elementos reactivos de la carga 1007 del tipo inductivo. Con un factor de potencia negativo no unitario, se tienen cargas en las cuales parte de la potencia aparente entregada por la UPS 100 es potencia activa y parte es potencia reactiva almacenada en los elementos reactivos de la carga 1007 del tipo capacitivo.

60 En cargas no lineales, la impedancia no es constante con el tiempo o, de una manera equivalente, depende del ángulo de fase. Estos tipos de carga se caracterizan por una absorción de corriente que no es sinusoidal, cuando las mismas se alimentan con un voltaje en forma de senoide en la salida desde el sistema inversor CC/CA 105 y, por lo tanto, se les denomina "cargas distorsionantes".

65 Para mejorar la distorsión armónica de la corriente absorbida por cargas no lineales, la UPS de acuerdo con la invención puede usar, opcionalmente, un esquema para compensar armónicos el cual está integrado en el sistema inversor CC/CA 105 sin el uso adicional de componentes externos.

5 El esquema de corrección, intrínsecamente de un tipo conocido, calcula la potencia activa P y la potencia reactiva Q en el componente fundamental y en el componente debido a armónicos que no sean el fundamental, por medio de una técnica de proyección vectorial basada en la transformada de Clarke. Los componentes de corriente armónicos que se encuentran se reinyectan, a continuación, en la referencia del anillo de corriente con el signo puesto. Su influencia sobre el ciclo de trabajo para controlar el sistema inversor CC/CA 105 permite su reducción/eliminación en la salida.

10 En la práctica, se ha observado que el dispositivo y el método de acuerdo con la invención, así como la UPS correspondiente, alcanzan en su totalidad la finalidad y objetivos pretendidos.

15 La invención así concebida es susceptible de numerosas modificaciones y variaciones, situándose todas ellas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, el dispositivo 1 o incluso solamente el conjunto de conexión/desconexión 3a/3b se puede usar también en otros dispositivos que no sean del tipo UPS, por ejemplo inversores fotovoltaicos o para automatización industrial. En el caso de aplicaciones fotovoltaicas, el sistema de acuerdo con la invención se puede disponer en serie a la fuente de voltaje continuo del inversor fotovoltaico (es decir, el campo fotovoltaico) con el fin de conectar/desconectar el campo fotovoltaico de dicho inversor en caso de fallo. Por otra parte, en un inversor fotovoltaico bidireccional que puede tomar alimentación de la red de salida y devolverla a la sección continua de la máquina, el método de acuerdo con la invención permite una gestión inteligente de la parte de voltaje continuo de la máquina. Un caso típico es el de los inversores solares que tienen una capacidad de almacenamiento de energía con el fin de amortiguar los picos de producción o para su funcionamiento en el modo conocido en la bibliografía como "modo nocturno". En esta aplicación, la parte de voltaje continuo del inversor tiene la disposición paralela entre los paneles fotovoltaicos y una cadena de baterías a alto voltaje con respecto a la cual el inversor fotovoltaico se comporta como un sistema de cargador/descarga de baterías, siendo aplicables en el mismo todas las observaciones realizadas en la invención para un sistema de UPS.

30 Otras aplicaciones diferentes al campo de las UPS para la presente invención son los inversores para motores eléctricos trifásicos. Un motor eléctrico trifásico es una máquina eléctrica que tiene la capacidad de funcionar tanto en una condición de absorción como en una condición de generación, en función de la técnica de control que se use en el inversor que lo controla. Puesto que puede funcionar como generador en algunos momentos de su estado de funcionamiento, si el mismo está acoplado a un inversor bidireccional, permite extraer energía mecánica de la carga mecánica y convertirla en alimentación eléctrica que se puede almacenar en un elemento de almacenamiento dispuesto en la sección de voltaje continuo del inversor. La sección de almacenamiento de un inversor para motores eléctricos así constituida (constituida por una cadena de baterías o por bancos de condensadores de diferente tecnología) se puede intercomunicar con el bus CC por medio del mismo método desarrollado en la presente invención.

40 Cuando a características técnicas mencionadas en cualquiera de las reivindicaciones le sucedan símbolos de referencia, dichos símbolos de referencia se han incluido con la mera finalidad de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y, por consiguiente, dichos símbolos de referencia no tienen ningún efecto limitativo sobre la interpretación de cada elemento identificado, a título de ejemplo, por estos símbolos de referencia.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1, 11) para conectar/desconectar baterías, en particular para un bus CC (103, 1103) de una fuente de alimentación ininterrumpida o UPS (100), que comprende por lo menos un par de baterías con los mismos datos identificadores (4a, 4b; 1104a, 1104b) conectadas en serie, de manera que tengan un nodo común (F) en uno de sus polos, estando el otro polo de cada una de las baterías (4a, 4b; 1104a, 1104b) conectado en serie, o con la interposición de un cargador de baterías (1107), a un respectivo conjunto de conexión/desconexión (3a, 3b), comprendiendo cada conjunto (3a, 3b) un par de conmutadores unidireccionales (31a, 31b, 32a, 32b), conduciendo cada uno de ellos corriente solamente en una dirección y que están conectados mutuamente en paralelo y de manera que conduzcan corriente en unos sentidos mutuamente opuestos, caracterizado por que dicho nodo común (F) está conectado por medio de un tercer conmutador (2) a un punto (P) en un potencial sustancialmente fijo, preferentemente a un neutro (N) o a una referencia de tierra, de manera que dicho nodo común (F) está a un voltaje que es sustancialmente igual al voltaje del punto (P) incluso cuando el tercer conmutador está abierto, siendo dicho tercer conmutador (2) accionable con el fin de modificar la amplitud del rizado de voltaje sobre dichas baterías (4a, 4b; 1104a, 1104b).
2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que por lo menos un primer conmutador (31a, 31b) de dicho par de conmutadores unidireccionales puede ser controlado para encenderse y apagarse, con el fin de desconectar eléctricamente dichas baterías del bus CC (103, 1103).
3. Dispositivo (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el primer conmutador (31a, 31b) de dicho par de conmutadores unidireccionales es un tiristor, tal como un SCR, y el segundo conmutador (32a, 32b) de dicho par de conmutadores unidireccionales es un diodo.
4. Dispositivo (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que además comprende por lo menos un condensador o banco de condensadores (6a, 6b; 1006a, 1006b) que está conectado en paralelo a la serie de dichos conjuntos de conexión/desconexión con dicho par de baterías o conectado en paralelo a dicho bus CC (103, 1103).
5. Fuente de alimentación ininterrumpida o UPS (100), que comprende un sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) conectado a un sistema inversor CC/CA (105, 1105) por medio de un bus CC (103, 1103), teniendo en la entrada dicho sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) un voltaje de red de CA (1002) y teniendo en la salida dicho sistema inversor CC/CA (105, 1105) un cuarto conmutador (1008) con el fin de desconectar temporalmente dicha salida de una carga (1007), caracterizada por que el dispositivo (1, 11) según una o más de las reivindicaciones anteriores está conectado a dicho bus CC (103, 1103), de manera que las baterías de dicho dispositivo (1, 11) constituyan la batería de dicha UPS.
6. Fuente de alimentación ininterrumpida según la reivindicación 5, caracterizada por que comprende, o está conectada a, un sistema de control que está adaptado para accionar por lo menos los primeros conmutadores (31a, 31b) de dicho dispositivo (1) con el fin de conectarlo al, o desconectarlo del, bus CC (103), detectar el voltaje (V\_BULK) en el bus CC (103) y fijar voltajes de consigna de dicho sistema de rectificación CA/CC (101).
7. Fuente de alimentación ininterrumpida según la reivindicación 6, caracterizada por que dicho sistema de control está adaptado para implementar una máquina de estados finitos, en el que los estados comprenden:
- un estado de reposo (701), en el que el primer conmutador (31a, 31b) está abierto, el cuarto conmutador (1008) está cerrado y los sistemas CA/CC y CC/CA (101, 105; 1101, 1105) están activos, y estando dicho sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) configurado para producir en la salida sobre el bus CC (103, 1103) un primer voltaje de consigna (RECT\_LOW\_VOLT) cuyo valor es inferior, preferentemente de 5% a 10%, al voltaje nominal (BATT\_NOM\_ZERO) de la batería (4a, 4b; 1104a, 1104b) de dicha UPS (100) en el estado cargado y a potencia cero, de manera que suministre la carga (1007) mientras dicha batería (4a, 4b; 1104a, 1104b) se mantiene desconectada eléctricamente del bus CC (103, 1103);
  - un estado de espera (703), en el que el primer conmutador (31a, 31b) está cerrado, el cuarto conmutador (1008) está cerrado y los sistemas CA/CC y CC/CA (101, 105; 1101, 1105) están activos, y estando dicho sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) configurado para producir en la salida sobre el bus CC (103, 1103) dicho primer voltaje de consigna (RECT\_LOW\_VOLT);
  - un estado de descarga (704), en el que el primer conmutador (31a, 31b) está cerrado, el cuarto conmutador (1008) está cerrado y los sistemas CA/CC y CC/CA (101, 105) están activos, y estando dicho sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) configurado para producir en la salida sobre el bus CC (103, 1103) un segundo voltaje de consigna (BATT\_FLOAT) cuyo valor es superior, preferentemente de 5% a 10% al voltaje nominal (BATT\_NOM\_ZERO) de la batería (4a, 4b) de dicha UPS (100) en el estado cargado y a potencia cero;
  - un estado de carga (702), en el que el primer conmutador (31a, 31b) está abierto, el cuarto conmutador

(1008) está cerrado y los sistemas CA/CC y CC/CA (101, 105, 1101, 1105) están activos, y estando dicho sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) configurado para producir en la salida sobre el bus CC (103, 1103) dicho segundo voltaje de consigna (BATT\_FLOAT).

- 5 8. Fuente de alimentación ininterrumpida según la reivindicación 7, caracterizada por que dicho sistema de control está configurado para llevar a cabo por lo menos una de las siguientes etapas:
- 10 - pasar del estado de reposo (701) o del estado de carga (702) al estado de espera (703) si determina que el voltaje en el bus CC (103, 1103) es inferior a por lo menos un umbral de voltaje (SLOW\_BULK\_VOLT, FAST\_BULK\_VOLT);
  - 15 - pasar del estado de espera (703) al estado de descarga (704) después de un tiempo predeterminado (TIME\_WAIT);
  - 15 - permanecer en el estado de descarga (704) siempre que la batería (4a, 4b; 1104a, 1104b) de la UPS (100) no esté descargada;
  - 20 - pasar del estado de descarga (704) al estado de carga (702) cuando la batería (4a, 4b; 1104a, 1104b) de la UPS (100) está descargada;
  - 20 - pasar del estado de carga (702) al estado de reposo (701) cuando la batería está cargada al valor de voltaje nominal (BATT\_NOM\_ZERO) de la batería (4a, 4b; 1104a, 1104b) de dicha UPS (100) en el estado cargado y a potencia cero.
- 25 9. Fuente de alimentación ininterrumpida según una o más de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizada por que dicho sistema inversor CC/CA (105, 1105) comprende en la salida un conmutador de derivación (1009) para conexión a una red eléctrica de emergencia (1010).
- 30 10. Fuente de alimentación ininterrumpida según la reivindicación 9, caracterizada por que dichos estados además comprenden:
- 35 - un estado de ahorro (706), en el que el primer conmutador (31a, 31b) está cerrado, el cuarto conmutador (1008) está abierto, el conmutador de derivación (1009) está cerrado y los sistemas CA/CC y CC/CA (101, 105) están inactivos;
  - 40 - un estado de prueba (705), en el que el primer conmutador (31a, 31b) está cerrado, el cuarto conmutador (1008) está abierto, el conmutador de derivación (1009) está cerrado y los sistemas CA/CC y CC/CA (101, 105; 1101, 1105) están activos, y estando dicho sistema de rectificación CA/CC (101, 1101) configurado para producir en la salida sobre el bus CC (103, 1103) dicho primer voltaje de consigna (RECT\_LOW\_VOLT).
- 45 11. Fuente de alimentación ininterrumpida según la reivindicación 10, caracterizada por que dicho sistema de control está configurado para llevar a cabo por lo menos una de entre las siguientes etapas:
- 45 - pasar al estado de prueba (705) desde el estado de reposo (701);
  - pasar del estado de prueba (705) al estado de ahorro (706) si el voltaje en el bus CC (103, 1103) supera el primer voltaje de consigna (RECT\_LOW\_VOLT);
  - 50 - pasar del estado de ahorro (706) al estado de espera (703) si el voltaje de la red de emergencia (1010) supera unos niveles de tolerancia predeterminados, estando dicho conmutador de derivación (1009) abierto en dichos estados de espera, de reposo, de descarga y de carga.
- 55 12. Inversor del tipo que comprende un bus CC para la conexión a unas baterías de almacenamiento adaptadas para ser descargadas y recargadas, caracterizado por que comprende un dispositivo según una o más de las reivindicaciones 1 a 4 conectado a dicho bus CC.

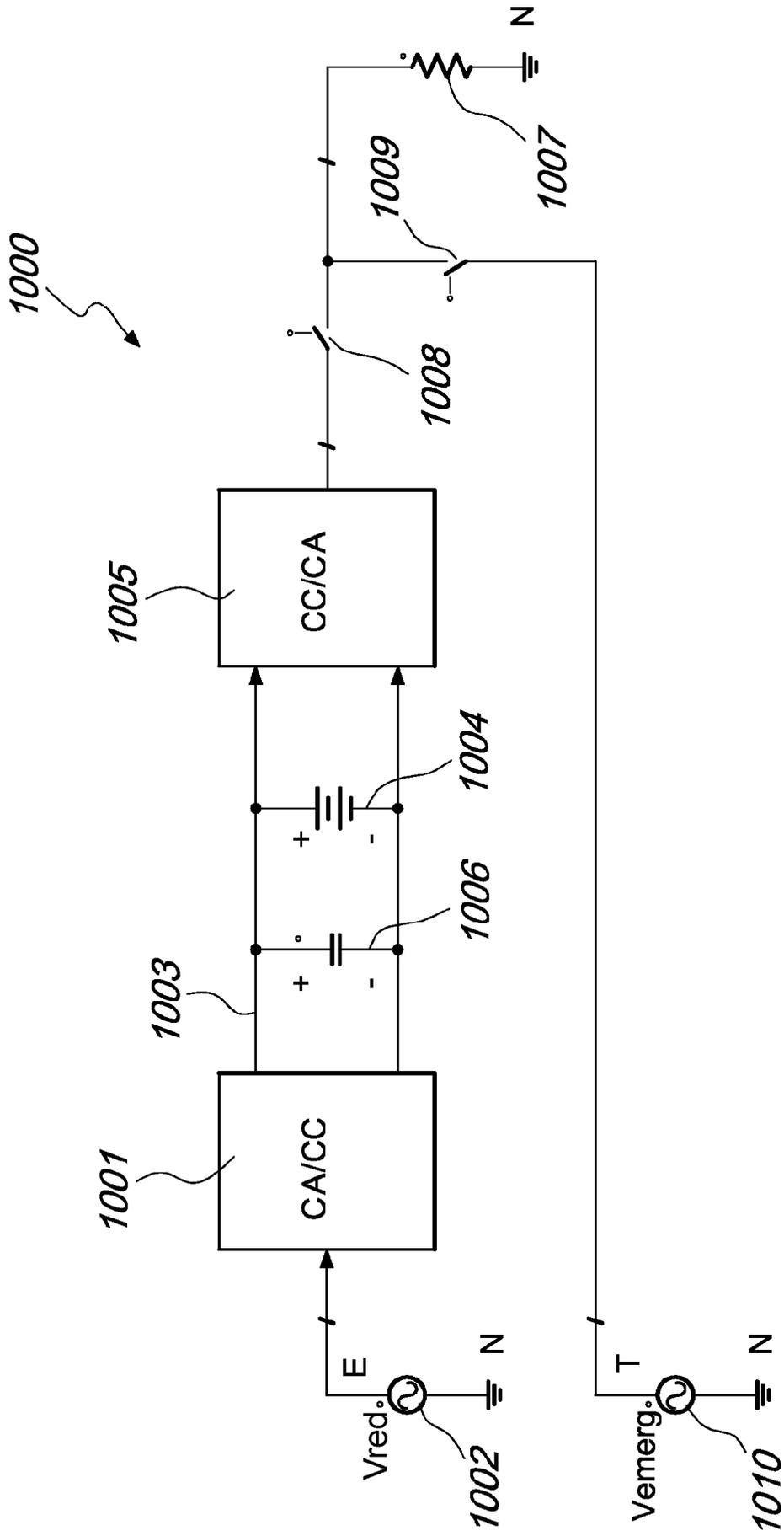


Fig. 1

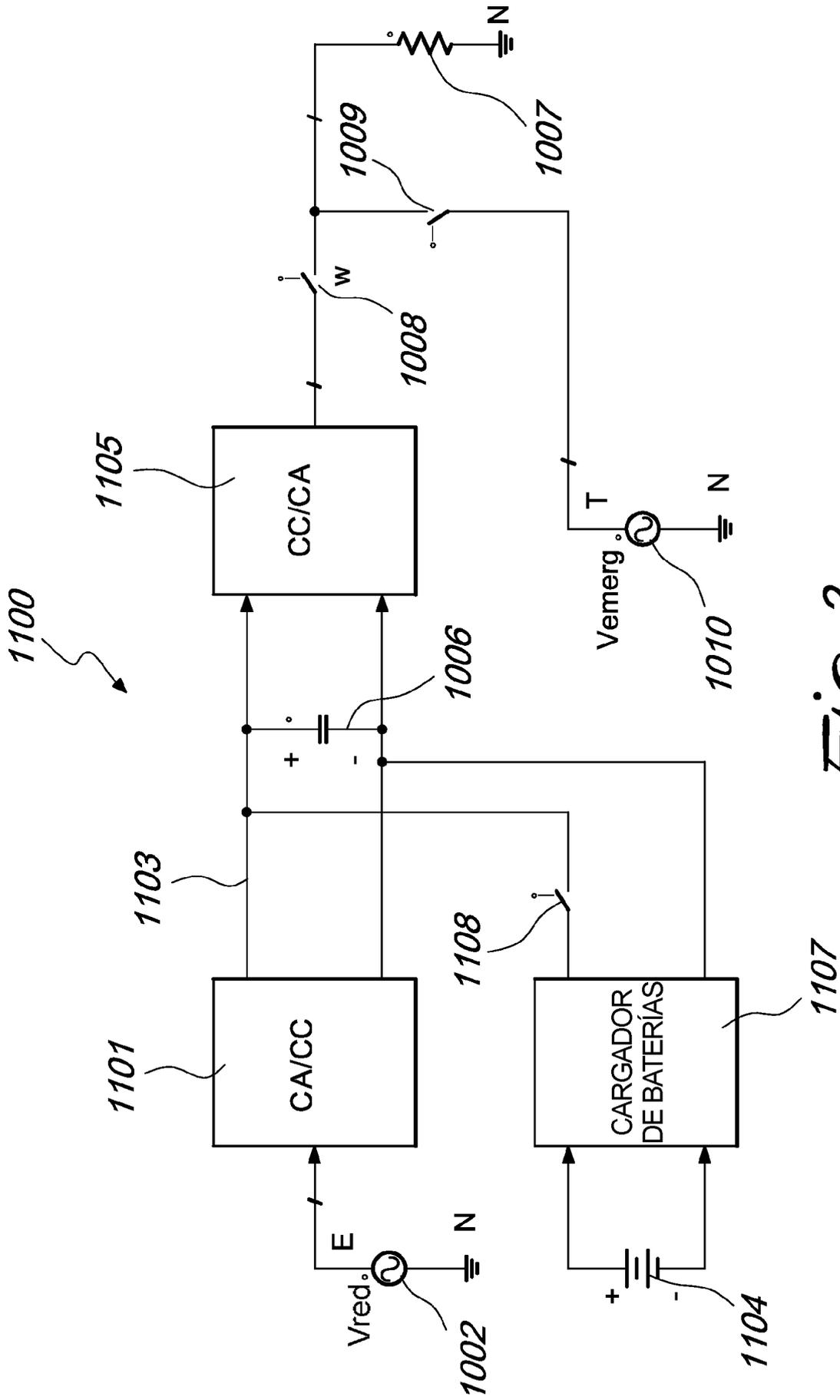


Fig. 2

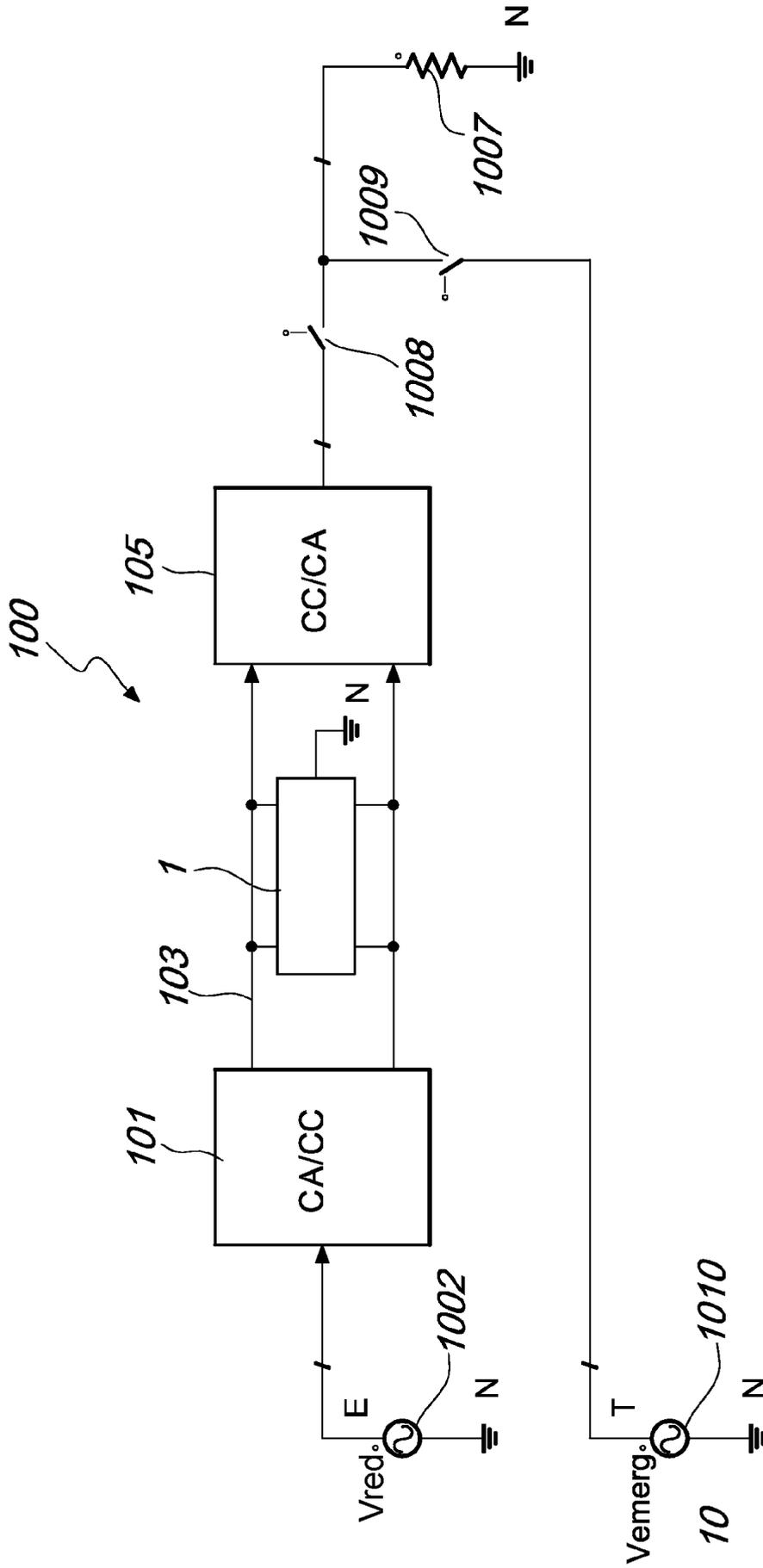


Fig. 3

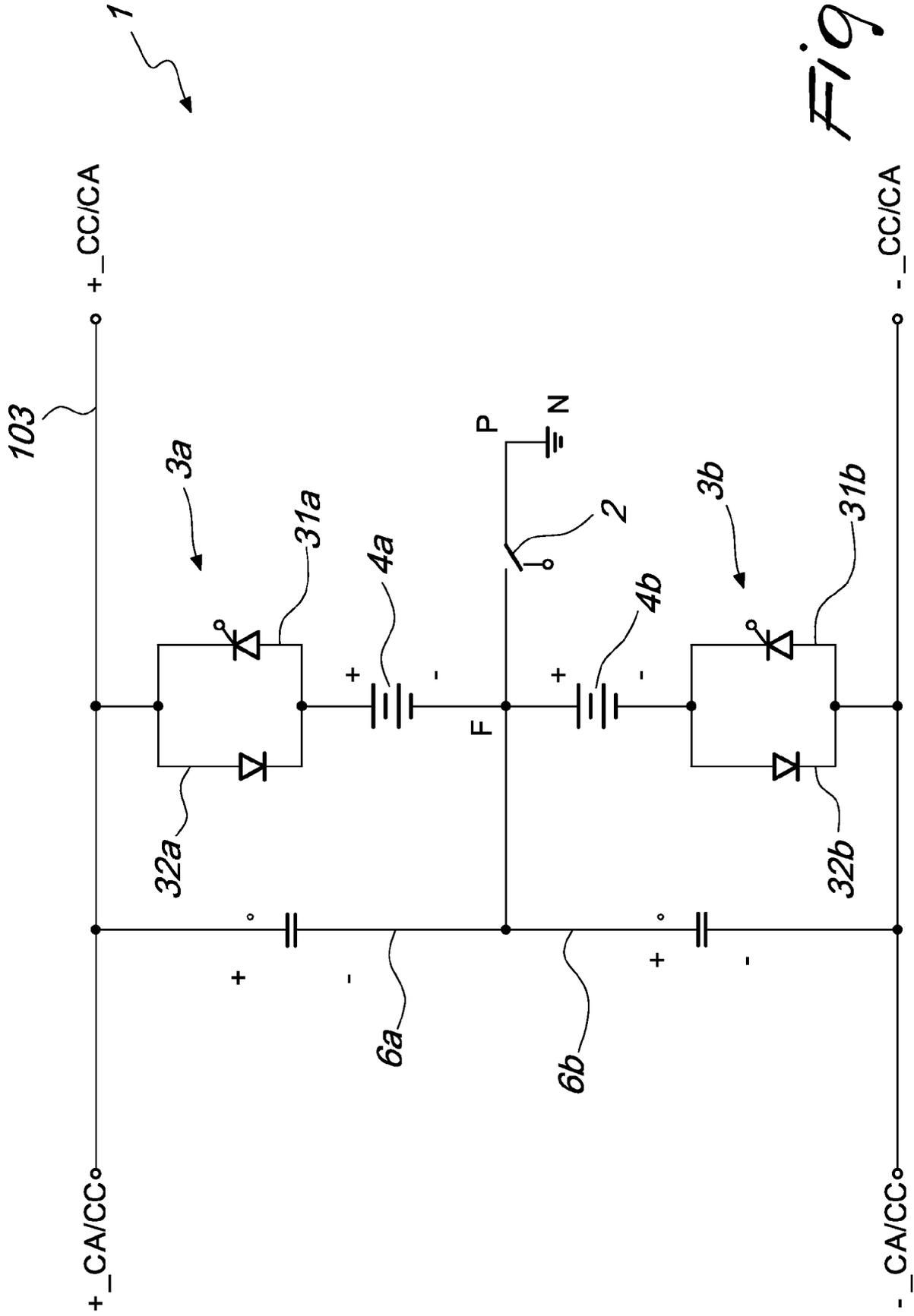
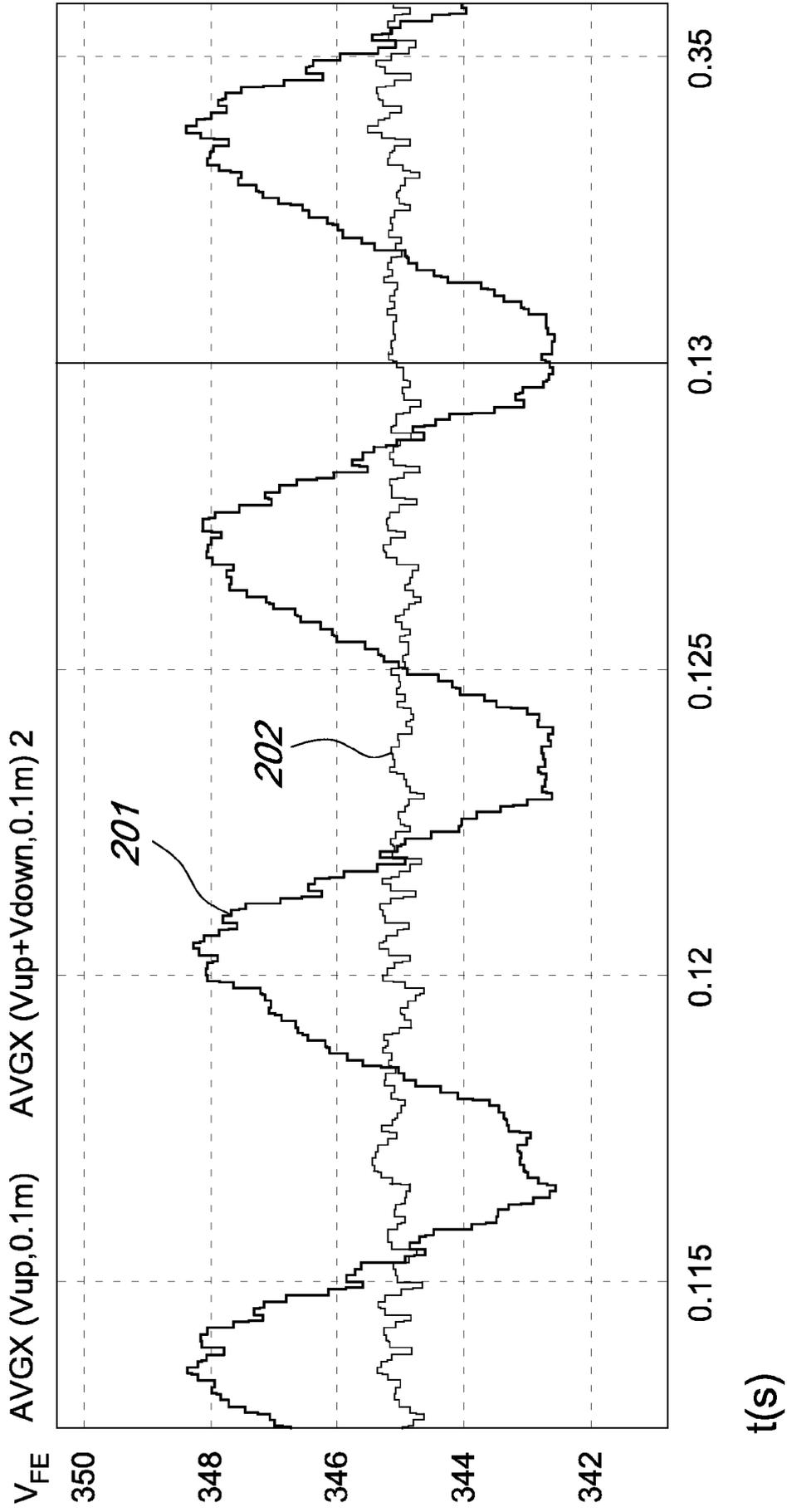


Fig. 4



*Fig. 5*

CONSTANTE DE FUNCIONAMIENTO	VALOR DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
BATT_FLOAT	820Vdc	VOLTAJE DE FLOTACION DE LA BATERIA
BATT_NOM_ZERO	740Vdc	VOLTAJE NOMINAL DE BATERIA CARGADA CON POTENCIA CERO
BATT_END_DISCHARGE	600Vdc	VOLTAJE FINAL DE DESCARGA DE BATERIA
RECT_LOW_VOLT	690Vdc	PUNTO DE CONSIGNA DE VOLTAJE BAJO DE CA/CC
FAST_BULK_VOLT	650Vdc	VOLTAJE BRUTO DE UMBRAL RÁPIDO
SLOW_BULK_VOLT	670Vdc	VOLTAJE BRUTO DE UMBRAL LENTO
TIME_WAIT	10SEC	TIEMPO DE ESPERA DEL ESTADO DE ESPERA
I_BATT_IN_CHARGE	2A	CORRIENTE FINAL DE RECARGA DE BATERIA
IN_BATT_IN_DISCHARGE	-4A	CORRIENTE FINAL DE DESCARGA DE BATERIA

*Fig. 6*



BANDERA AUXILIAR	CONDICIÓN PARA FIJAR VALOR A "VERDADERO"	TIEMPO LÍMITE PARA DECLARAR LA ACTIVACIÓN
BATT_IN_DISCHARGE	$I_{BT} < I_{BATT\_IN\_DISCHARGE}$	2 S.
BATT_IN_CHARGE	$I_{BT} > I_{BATT\_IN\_CHARGE}$	5 S.
BATT_IN_BUFFER	$I_{BT} \leq I_{BATT\_IN\_CHARGE} + I_{BATT\_IN\_DISCHARGE}$ $V_{BT} \geq (BATT\_FLOAT - 10)$	2 S.

*Fig. 8*

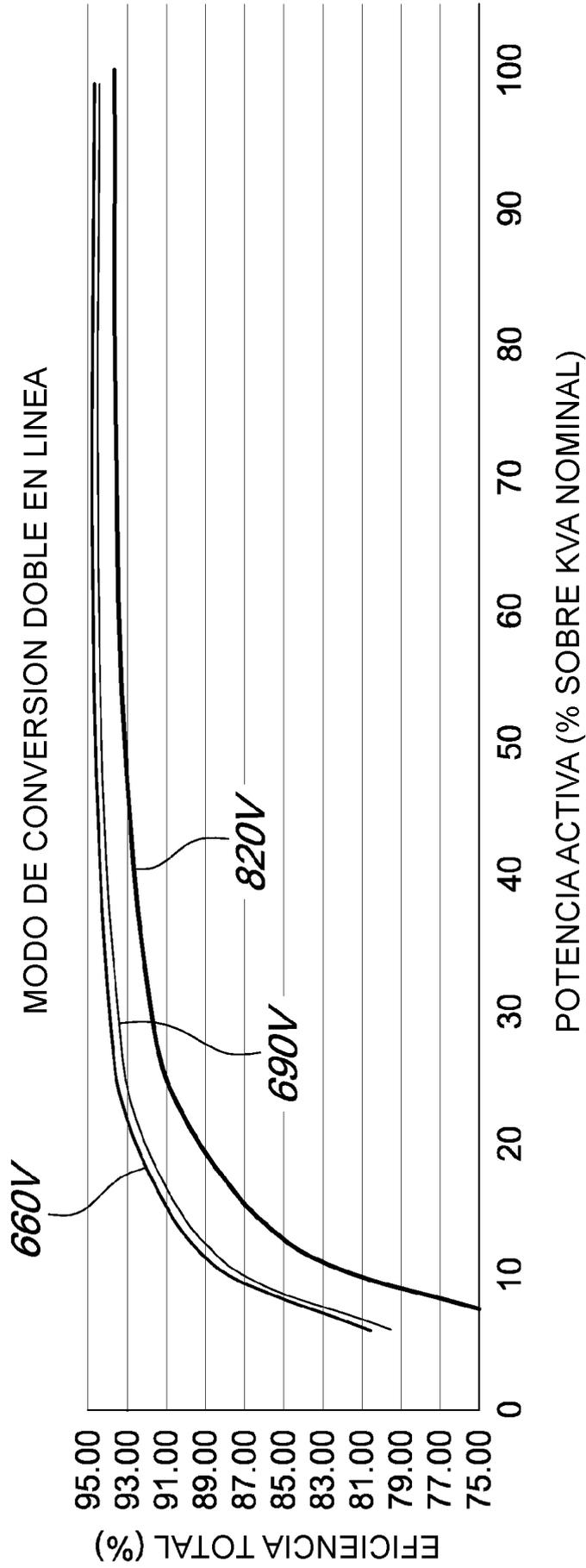


Fig. 9

PORCENTAJE DE CARGA DE SALIDA (% DE KVA)	EFICIENCIA CON BUS DE DC A "BATT_FLOAT" (%)	EFICIENCIA CON BUS DE DC A "RECT_FLOW_VOLT" (%)	GANANCIA DE EFICIENCIA (%)
5	73.8	79.6	+5.8
10	84.3	88.1	+3.8
20	90.1	92.3	+2.2
30	92.0	93.6	+1.6
50	93.1	94.3	+1.2
75	93.5	94.5	+1.0
100	93.5	94.4	+0.9

*Fig. 10*

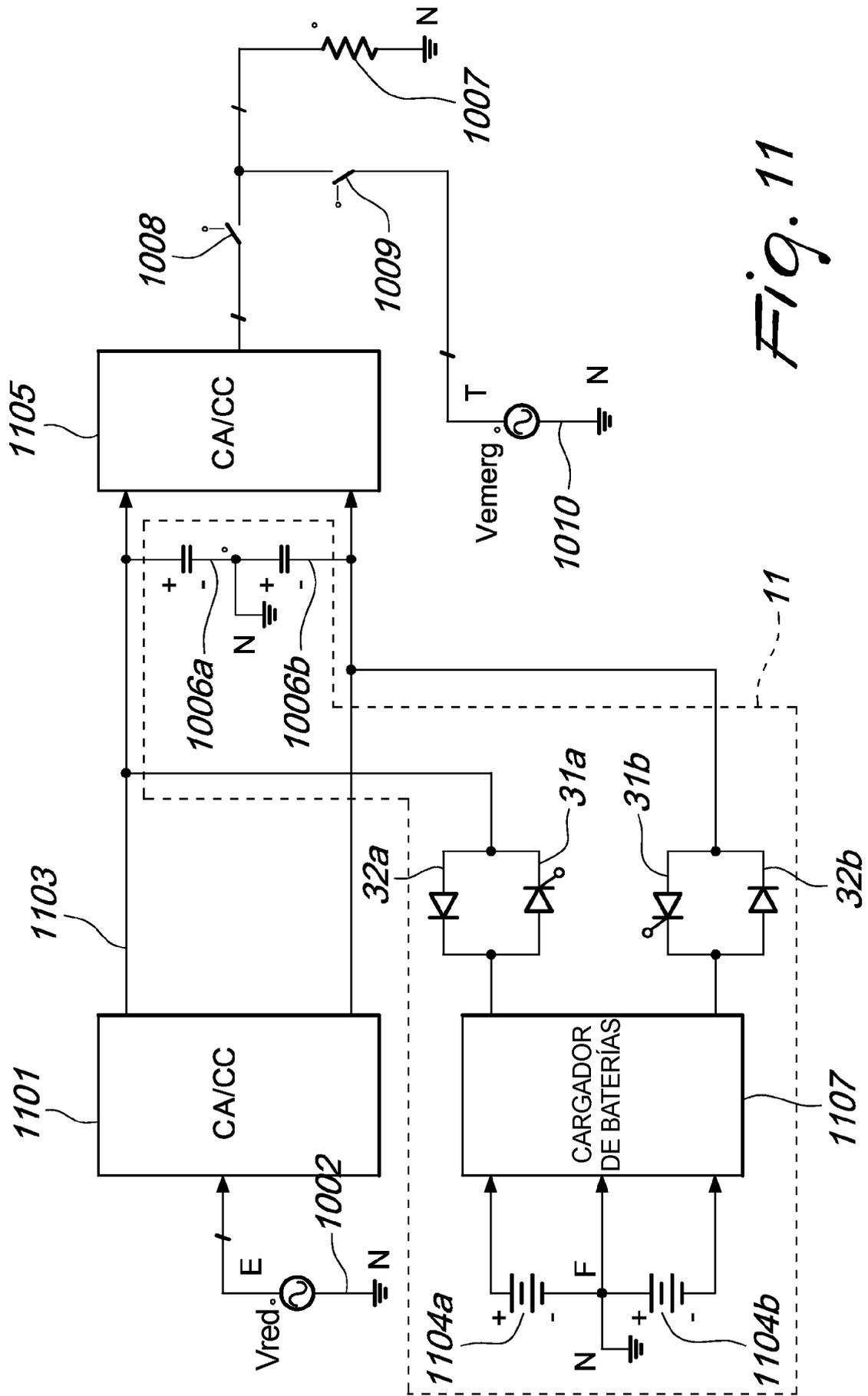


Fig. 11