

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 013**

51 Int. Cl.:

H02H 3/16 (2006.01)

H02H 7/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2011 PCT/US2011/044112**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012 WO12012276**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2011 E 11746348 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2596563**

54 Título: **Convertidor de circuito de fuente fotovoltaica bipolar a monopolar con puesta a tierra selectiva en frecuencia**

30 Prioridad:

23.07.2010 US 842111

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

10.03.2017

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC SOLAR INVERTERS USA,
INC (100.0%)
250 South Vasco Road
Livermore, CA 94551, US**

72 Inventor/es:

WEST, RICHARD, T.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 605 013 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

Convertidor de circuito de fuente fotovoltaica bipolar a monopolar con puesta a tierra selectiva en frecuencia

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a convertidores eléctricos de potencia y, más específicamente, a un convertidor de fuente fotovoltaica bipolar a monopolar que se utiliza en combinación con otros equipos para alimentar cargas en CA [corriente alterna –“AC (alternating current)”–].

Antecedentes de la invención

10 En los Estados Unidos, se permiten dos configuraciones de matriz fotovoltaica (PV –“photovoltaic”–), puesta a tierra y no puesta a tierra, por el Código Eléctrico Nacional (NEC –“National Electric Code”–), Sección 690. La tensión máxima de una matriz PV está actualmente limitada a 600 V CC [voltios de corriente continua] con respecto a tierra en sistemas puestas a tierra, y 600 V CC en sistemas no puestas a tierra, debido a las limitaciones en el aislamiento del módulo PV. El NEC también exige que los sistemas PV instalados en viviendas dispongan de medios para detectar e interrumpir corrientes de fallo desde la matriz PV a la conexión a tierra. Estos fallos son comúnmente ocasionados por la intrusión de agua en las cajas de junta de cableado, la degradación del aislamiento del cableado de la matriz, o un fallo en los materiales que aíslan el módulo solar. Tales fallos pueden provocar un recorrido de fuga de baja energía o un destructivo arco de corriente continua. El cometido del código, por lo que respecta a los fallos de derivación a tierra, es la protección contra incendios, no la protección de las personas.

15 La Solicitud de Patente de la técnica anterior US 2008/291706 A1 está dirigida a un sistema fotovoltaico y, como tal, divulga una matriz fotovoltaica, un sistema de distribución que distribuye potencia dentro de las premisas de un consumidor de energía del lado de la demanda, un inversor, acoplado al sistema de distribución y que se ha configurado para convertir potencia de CC [corriente continua –“DC (direct current)”–] procedente de la matriz fotovoltaica en potencia de CA y aplicar la potencia de CA al sistema de distribución, una parte de amortiguación, configurada para amortiguar las tensiones de alta frecuencia obtenidas del inversor, y circuitos de captación, acoplados a la parte de amortiguación y que se han configurado para reducir la magnitud de corriente de baja frecuencia que se desplaza a través de la parte de amortiguación, conectados a la conexión a tierra por un circuito de almacenamiento resonante (véanse los párrafos [0008], [0034]).

Compendio

20 Una realización proporciona un aparato para acoplar y desacoplar selectivamente al menos dos fuentes de CC monopolares hacia, y desde, una conexión a tierra y los terminales positivo y negativo de una carga monopolar. Una fuente de CC bipolar que incluye al menos dos fuentes de CC monopolares es acoplada de forma controlable en serie con la ayuda de un punto de conexión común a la conexión a tierra, una conexión positiva a un terminal de carga monopolar positivo, y una conexión negativa a un terminal de carga monopolar negativo, de manera que las polaridades establecidas están referenciadas a dicha conexión a tierra. Una red selectiva en frecuencia, conectada entre el punto de conexión común y la conexión a tierra, tiene una impedancia de CC que es inferior a la impedancia de CA de la red a una frecuencia preseleccionada, tal como un múltiplo entero de la frecuencia de la línea de suministro.

25 En una implementación, la impedancia de CC de la red selectiva en frecuencia es lo bastante baja para mantener la conexión a tierra común sustancialmente al potencial de tierra, según se exige por el Código Eléctrico Nacional, y la impedancia de CA es lo bastante baja para evitar que el potencial de modo común de la matriz bipolar se eleve por encima del potencial de tierra a las frecuencias transitorias ocasionadas por la caída de un rayo.

30 Puede acoplarse un convertidor de CC a CA a la fuente de CC bipolar para convertir una salida de CC de esa fuente en una salida de CA, y la red selectiva en frecuencia puede ser un circuito RLC en paralelo que tiene una frecuencia de resonancia que es aproximadamente tres veces la frecuencia de la salida de CA. Específicamente, la red selectiva en frecuencia puede ser un circuito RLC en paralelo en el que los valores de R, L y C proporcionan una baja impedancia de CC, una impedancia de CA máxima a una frecuencia de resonancia que es aproximadamente tres veces la frecuencia de la salida de CA, y una impedancia de CA más baja a frecuencias más altas que la frecuencia de resonancia. La red selectiva en frecuencia permite, preferiblemente, que el punto de conexión común funcione con una tensión de CA de modo común establecida con respecto al potencial de conexión a tierra, con una corriente de CA hacia tierra que es menor que la corriente de CA en una conexión directa del punto de conexión común con la conexión a tierra.

35 Una realización incluye un detector de fallo de derivación a tierra acoplado a cada una de las fuentes de CC monopolares para producir una señal de fallo de derivación a tierra cuando tiene lugar un fallo de derivación a tierra, y un controlador, que es sensible a la señal de fallo de derivación a tierra para desacoplar la fuente de CC monopolar que ha fallado del punto de conexión común. Cualquier fuente de CC monopolar que no ha fallado preferiblemente queda flotante, de tal manera que la tensión más alta en los polos de toda fuente de CC monopolar que no ha fallado es igual a $\pm\frac{1}{2}$ de la tensión de circuito abierto de la fuente de CC monopolar que no ha fallado, con respecto al potencial de conexión a tierra, cuando una fuente de CC monopolar que ha fallado es desacoplada del

punto de conexión común.

Otras características y ventajas de realizaciones de la presente invención se pondrán de manifiesto de forma evidente de los dibujos que se acompañan, así como de la descripción detallada que sigue a continuación.

Breve descripción de los dibujos

5 La invención se comprenderá mejor por la siguiente descripción de realizaciones preferidas, conjuntamente con la referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es un esquema eléctrico de una fuente de potencia de CC bipolar acoplada a una conexión a tierra y a una red de distribución a través de un convertidor de CC a CA.

10 La Figura 2 es un esquema eléctrico de una realización del sistema de la Figura 1, con el convertidor de CC a CA esquematizado como un modelo de carga variable.

La Figura 3 es un esquema eléctrico de otra realización del sistema de la Figura 1, con el convertidor de CC a CA esquematizado como un modelo de carga variable.

Descripción detallada

15 Si bien la invención se describirá en asociación con ciertas realizaciones preferidas, se entenderá que la invención no está limitada a esas realizaciones particulares. Por el contrario, es la intención que la invención cubra todas las alternativas, modificaciones y disposiciones equivalentes en tanto en cuanto puedan estar incluidas dentro del espíritu y alcance de la invención, según se define por las reivindicaciones que se acompañan.

20 La Figura 1 ilustra un sistema configurado con una fuente de CC bipolar que incluye dos matrices subordinadas o submatrices PV monopolaras 10 y 20 (por ejemplo, de un máximo de 600 voltios cada una) y un convertidor de potencia de CC a CA trifásico 100 que funciona en un servicio de suministro de CA en estrella con conexión a tierra (por ejemplo, a 480/227 voltios y 60 Hz), que incluye tres fases 301-303 conectadas a la conexión de tierra 70 a través de una línea de neutro común 403. El convertidor de CC a CA 100 puede ser un puente de 6 polos convencional que incluye seis conmutadores de transistor / diodo y tres inductores de filtro conectados a las tres fases 301-303 del servicio de suministro. Puesto que la conexión existente en la red de distribución 300 es una configuración en estrella puesta a tierra, de cuatro cables, y la fuente de CC está también referenciada a tierra, cada una de las tres fases funciona de manera independiente. Son bien conocidas las metodologías de control y regulación para inversores interactivos de red de distribución.

30 El terminal positivo de la primera submatriz PV 10 y el terminal negativo de la segunda submatriz PV 20 están conectados al convertidor de CC a CA 100. Los demás terminales de las submatrices 10 y 20 están conectados a la conexión a tierra 70 a través de una red RLC 8 selectiva en frecuencia para la puesta a tierra de las matrices fotovoltaicas a través de una red que proporciona un grado de protección del sistema de CC equivalente a un sistema sólidamente puesto a tierra, y que también permite que las matrices PV se muevan con tensiones de CA de modo común. En el sistema ilustrativo, la red RLC 8 está formada por un inductor 8A, una resistencia 8B y un condensador 8C, conectados en paralelo. La red RLC en paralelo 8 tiene una impedancia de CA que tiene un máximo a una frecuencia de resonancia y disminuye a frecuencias por encima de la frecuencia de resonancia. Los valores de los componentes 8A-8C son, preferiblemente, seleccionados para proporcionar una frecuencia de resonancia que es aproximadamente tres veces la frecuencia de línea de la potencia de CA que se ha de suministrar a una carga de CA (por ejemplo, una frecuencia de resonancia de 180 Hz para una frecuencia de línea de 60 Hz), y una impedancia de CC que es más pequeña que la impedancia de CA de la red a su frecuencia de resonancia. Específicamente, la impedancia de CC de la red RLC en paralelo 8 es, preferiblemente, lo bastante baja para mantener el potencial en el terminal 9 sustancialmente al potencial de tierra, según se exige por el Código Eléctrico Nacional para las matrices fotovoltaicas bipolares. La impedancia de CA a la frecuencia de resonancia es, preferiblemente, lo bastante baja para impedir que el potencial de modo común de la matriz bipolar sea elevado por encima del potencial de tierra a las frecuencias transitorias ocasionadas por la caída de un rayo.

45 En un ejemplo que se sirve de un inductor 8A de 656 milihenrios, una resistencia 8B de 371 ohmios y un condensador 8C de 1,2 microfaradios, la tensión entre la conexión a tierra 70 y la red RLC 8 es aproximadamente 37 V CA [voltios de corriente alterna] a 180 Hz, en condiciones de funcionamiento nominal cuando el convertidor de potencia 100 está entregando potencia al seno de la red de distribución 300. La componente de tensión de CC con respecto a tierra es cero. La corriente que fluye por el conductor neutro 304 es aproximadamente 200 miliamperios a una frecuencia de 180 hercios. La disipación de potencia en la resistencia 8B es aproximadamente 4 vatios.

55 Para el ejemplo mostrado en la Figura 1, la resistencia de puesta a tierra de CC es, de hecho, la resistencia de CC del inductor 8A, la cual puede ser menor que un ohmio. La impedancia de puesta a tierra de CA es 186 ohmios a 180 Hz y mucho menor a frecuencias por encima de 180 Hz, a fin de proporcionar un camino de retorno de baja impedancia para los transitorios inducidos por la caída de rayos, los cuales tienen frecuencias sustancialmente más altas que 180 Hz. De esta forma, la red RLC 8 hace posible una red selectiva en frecuencia que proporciona un nivel de protección al sistema equivalente al de una matriz PV bipolar sólidamente puesta a tierra durante el

funcionamiento normal.

La Figura 2 es un diagrama más detallado de una implementación del sistema de la Figura 1, pero con el convertidor de CC a CA convencional esquematizado como un modelo de carga variable 90 y un condensador en paralelo 80. En funcionamiento normal, las matrices PV monopolares 10 y 20 están conectadas a la conexión a tierra 50 a través de un par de fusibles indicadores 6A y 7A y de una red RLC 8 selectiva en frecuencia. El polo negativo de la submatriz 10, en el terminal 12, y el polo positivo de la submatriz 20, en el terminal 21, están, de esta forma, referenciados a tierra. Las corrientes que pasan por los fusibles 6A y 7A son, de hecho, nulas durante el funcionamiento normal.

Cuando tiene lugar un fallo de derivación a tierra en alguna de las matrices PV 10 o 20 y este produce una corriente de fallo de CC lo bastante grande para destruir alguno de los fusibles 6A, 7A, la destrucción del fusible interrumpe la corriente de fallo de derivación a tierra. Al mismo tiempo, se envía una señal indicadora de fusible quemado a un controlador 1 mediante el cierre del conmutador 6B o 7B asociado con el fusible destruido; es decir, los fusibles indicadores sirven como detectores de fallo de derivación a tierra que producen señales de fallo de derivación a tierra cuando tiene lugar un fallo de derivación a tierra, además de interrumpir la corriente de fallo de derivación a tierra. La señal indicadora de fusible quemado provoca que el controlador 1 extraiga la energía acumulada en una bobina 2A de contactor con el fin de abrir el contacto 2B, de tal manera que la submatriz PV que ha fallado queda conectada entonces a la conexión a tierra únicamente a través de la impedancia de fallo de derivación a tierra y de una de las redes de resistencias de igual valor formadas por los respectivos pares de resistencias 16, 17 y 26, 27. En el curso de este modo de funcionamiento en fallo, cualesquiera submatrices que no han fallado «flotarán» de manera tal, que las tensiones más altas en los polos de las submatrices serán iguales a $\pm\frac{1}{2}$ de la tensión de circuito abierto de la submatriz con respecto a la conexión a tierra 70. Las redes de resistencias 16, 17 y 26, 27 proporcionan una referencia de tensión de modo común mínimamente disipadora y se utilizan para purgar las cargas estáticas de la submatriz.

Desde el punto de vista de los costes, es deseable utilizar módulos PV, cableado y fusibles justo por debajo de la tensión máxima permitida para una clase dada de equipos. Por lo tanto, para una matriz bipolar óptima, la tensión de CC más alta con respecto a tierra en los terminales 11 y 22, en todas las condiciones, es la tensión de diseño del equipo de CC. Con matrices PV bipolares blandas o puestas a tierra de forma resistiva, la ocurrencia de un fallo de derivación a tierra de CC duro (baja impedancia) en el terminal 11, por ejemplo, reduce la tensión en ese terminal con respecto a tierra a cero, lo que significa que la tensión en el terminal 22 con respecto a tierra es el doble de la tensión permisible en el equipo, debido a que la impedancia del fallo puede ser mucho más pequeña que la impedancia de puesta a tierra resistiva. Para aliviar este problema, el sistema que se ilustra realiza un seguimiento de la tensión con respecto a tierra de todos los terminales 11, 12 y 21, 22 de submatriz PV, de manera que hay unos sensores de tensión 18, 19 y 28, 29 dispuestos a través de las respectivas resistencias 16, 17 y 26, 27. El controlador 1 lee señales de tensión modificadas en escala procedentes de los sensores de tensión 18, 19 y 28, 29, y compara estos valores con límites de sobretensión previamente programados. Si el límite se ve superado en cualquier terminal, ambas submatrices PV 10 y 20 son inhabilitadas y dispuestas «flotantes». La secuencia de inhabilitación opera como sigue:

1. La tensión con respecto a tierra en al menos uno de los terminales 11, 12 y 21, 22 supera el límite previamente programado para ese terminal.

2. El controlador 1 gobierna una carga 100 (por ejemplo, un convertidor de CC a CA) que se ha de cortar, a través de un enlace en serie aislado 101, con lo que se pone de manera efectiva la parte resistiva de la carga 100 en circuito abierto.

3. De forma concurrente con el corte de la carga, se extrae la energía de una bobina 3A de contactor para abrir unos contactos 3B y 3C.

4. Tras un retardo para asegurarse de que los contactos están completamente abiertos, se leen un par de sensores de corriente 4 y 5 para verificar que la conmutación de corriente de la carga se ha completado.

Las submatrices PV 10 y 20 son también inhabilitadas si la lectura de la corriente de derivación a tierra por parte de un sensor de corriente 9 excede un límite previamente programado. En cualquier caso, se llevan a cabo las etapas 2 a 4 de la secuencia de inhabilitación.

La Figura 3 es un diagrama esquemático de otra implementación del sistema de la Figura 1, de nuevo con el convertidor de CC a CA convencional esquematizado como un modelo de carga variable. Este sistema es el mismo que el mostrado en la Figura 2, a excepción de que el contactor 2 tiene dos contactos 2A y 2B, los cuales están conectados en paralelo con los dos fusibles 6A y 7A, respectivamente. Al igual que en el sistema de la Figura 2, cuando se produce un fallo de derivación a tierra en una de las matrices PV 10 y 20, y este da lugar a una corriente de fallo lo bastante grande para destruir alguno de los fusibles 6A, 7A, la destrucción del fusible interrumpe la corriente de fallo de derivación a tierra. Al mismo tiempo, se envía una señal indicadora de fusible quemado a un controlador 1 mediante el cierre del conmutador 8B o 7B asociado con el fusible destruido. Esto hace que el controlador 1 extraiga la energía acumulada en la bobina 2A de contactor con el fin de abrir ambos contactos 2B y

- 2C, de tal manera que la submatriz PV que ha fallado queda conectada entonces a la conexión a tierra únicamente a través de la impedancia de fallo de derivación a tierra y de una de las redes de resistencias de igual valor formadas por los respectivos pares de resistencias 16, 17 y 26, 27. En el curso de este modo de funcionamiento en fallo, cualesquiera submatrices que no han fallado «flotarán» de manera tal, que las tensiones más altas en los polos de las submatrices serán iguales a $\pm\frac{1}{2}$ de la tensión de circuito abierto de la submatriz con respecto a la conexión a tierra 70. Las redes de resistencias 16, 17 y 26, 27 proporcionan una referencia de tensión de modo común mínimamente disipadora gracias a la purga de las cargas estáticas de la submatriz. El uso de los dobles contactos 2A y 2B en el sistema de la Figura 3 modifica los requisitos de diseño para cada contacto, lo que puede reducir el coste del contactor.
- 5
- 10 Si bien se han ilustrado y descrito realizaciones y aplicaciones particulares de la presente invención, ha de entenderse que la invención no está limitada a la construcción y composiciones precisas que se divulgan en esta memoria, y que pueden resultar evidentes diversas modificaciones, cambios y variaciones de las descripciones anteriores, sin apartarse del alcance de la invención, según se define en las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato para acoplar y desacoplar selectivamente unas primera y segunda fuentes de CC monopolar (10, 20) a, y de, una conexión a tierra (70) y terminales positivo y negativo de un convertidor de CC a CA, que comprende:
- 5 - una fuente de CC bipolar, que incluye dichas primera y segunda fuentes de CC monopolar (10, 20),
- de tal manera que cada fuente de CC monopolar (10, 20) tiene terminales positivo y negativo (11, 12 y 21, 22), de modo que el terminal positivo (11) de dicha primera fuente de CC monopolar (10) y el terminal negativo (22) de dicha segunda fuente de CC monopolar (20) están conectados a un convertidor de CC a CA (100), y
- 10 - el terminal negativo (12) de dicha primera fuente de CC monopolar (10) y el terminal positivo (21) de dicha segunda fuente de CC monopolar (20) están conectados en un punto de conexión común (9),
- caracterizado por
- una red (8), conectada entre el punto de conexión común (9) y dicha conexión a tierra (70), con las polaridades establecidas referenciadas a dicha conexión a tierra, y
- 15 - de tal manera que la red (9) es una única red de dispositivos RLC (8A, 8B, 8C) conectados en paralelo y selectivos en frecuencia, y que tiene una impedancia de CC que es más baja que la impedancia de CA de la red (8) a una frecuencia preseleccionada.
- 2.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha impedancia de CC es lo bastante baja para mantener dicha conexión a tierra sustancialmente al potencial de tierra durante un fallo de derivación a tierra de CC.
- 3.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha impedancia de CA es lo bastante baja para evitar que el potencial de modo común de dicha matriz bipolar sea elevado por encima del potencial de conexión a tierra (70) a las frecuencias transitorias ocasionadas por la caída de un rayo.
- 20 4.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye un convertidor de CC a CA acoplado a dicha fuente de CC bipolar para convertir una salida de CC de dicha fuente en una salida de CA, y en el cual dicha red (8) es un circuito RLC en paralelo que tiene una frecuencia de resonancia que es aproximadamente tres veces la frecuencia de dicha salida de CA.
- 25 5.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual dicha red (8) es un circuito RLC en paralelo en el que los valores de R, L y C proporcionan una baja impedancia de CC, una impedancia de CA máxima a una frecuencia de resonancia que es aproximadamente tres veces la frecuencia de dicha salida de CA, y una impedancia de CA más baja a frecuencias más altas que dicha frecuencia de resonancia.
- 30 6.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye un detector de fallo de derivación a tierra, acoplado a cada una de dichas fuentes de CC monopolar (10, 20) para producir una señal de fallo de derivación a tierra cuando tiene lugar un fallo de derivación a tierra, y un controlador, que es sensible a dicha señal de fallo de derivación a tierra para desacoplar la fuente de CC monopolar que ha fallado de dicho punto de conexión común.
- 35 7.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual dicho detector de fallo de derivación a tierra es un fusible indicador (6A, 7A).
- 8.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha red (8) permite a dicho punto de conexión común (9) funcionar con una tensión de CA de modo común establecida con respecto al potencial de conexión a tierra (70), con una corriente de CA hacia tierra que es menor que la corriente de CA en una conexión directa de dicho punto de conexión común (9) con la conexión a tierra (70).
- 40 9.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cualquier fuente de CC monopolar que no ha fallado queda flotante, de tal manera que la tensión más alta de los polos de toda fuente de CC monopolar que no ha fallado es igual a $\pm\frac{1}{2}$ de la tensión de circuito abierto de dicha fuente de CC monopolar que no ha fallado, con respecto al potencial de conexión a tierra (70), cuando una fuente de CC monopolar que ha fallado es desacoplada de dicho punto de conexión común (9).
- 45 10.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dichas fuentes de CC monopolar (10, 20) son matrices fotovoltaicas.
- 11.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha frecuencia preseleccionada es un múltiplo entero de la frecuencia de la línea de suministro.
- 50 12.- Un método para acoplar y desacoplar, selectivamente, unas primera y segunda fuentes de CC monopolar (10, 20) a, y de, una conexión a tierra (70) y terminales positivo y negativo de un convertidor de CC a CA (100), de tal modo que cada una de dichas primera y segunda fuentes de CC monopolar (10, 20) tienen terminales positivo y

negativo (11, 12 y 21, 22), de modo que el terminal positivo (11) de dicha primera fuente de CC monopolar (10) y el terminal negativo (22) de dicha segunda fuente de CC monopolar (20) están conectados a un convertidor de CC a CA (100), estando el terminal negativo (12) de dicha primera fuente de CC monopolar (10) y el terminal positivo (21) de dicha segunda fuente de CC monopolar (20) conectados entre sí en un punto de conexión común (9), de tal manera que dicho método comprende:

- 5
- acoplar de forma controlable dichas primera y segunda fuentes de CC monopolares (10, 20) a la conexión a tierra (70), y
 - acoplar el punto de conexión común (9) a dicha conexión a tierra (70) a través de una red (8), y

10 de tal manera que dicha red (8) es una única red de dispositivos RLC (8A, 8B, 8C) conectados en paralelo y selectivos en frecuencia, y que tiene una impedancia de CC que es más baja que la impedancia de CA de la red (8) a una frecuencia preseleccionada.

15 13.- El método de acuerdo con la reivindicación 12, que incluye evitar que el sistema se mueva con tensiones de modo común de CC con respecto a un punto de conexión a tierra del sistema, al tiempo que se permite que dicho sistema se mueva con tensiones de modo común de CA con respecto al punto de conexión a tierra del sistema, con corrientes de tierra de CA reducidas en comparación con un sistema con puesta a tierra de CA y CC sólida.

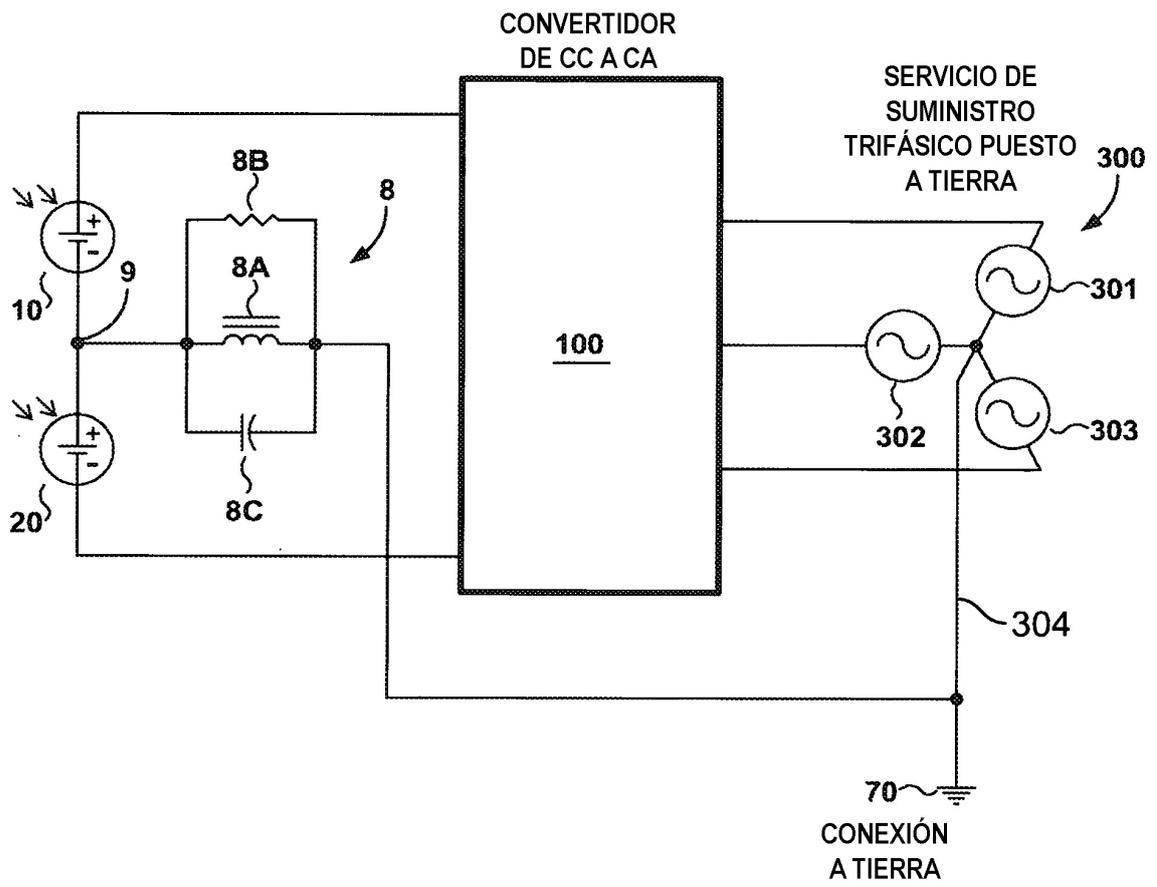


FIG. 1

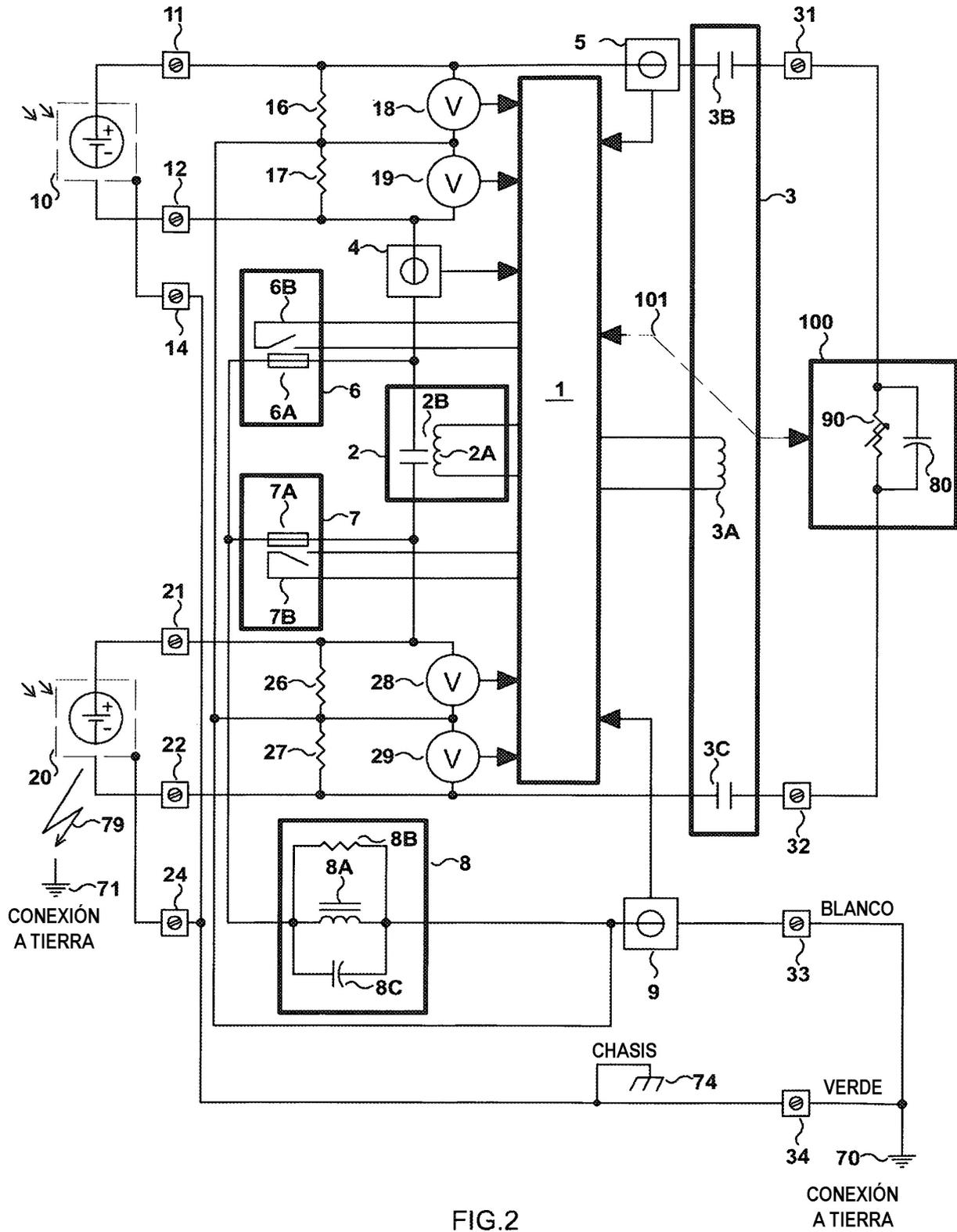


FIG.2

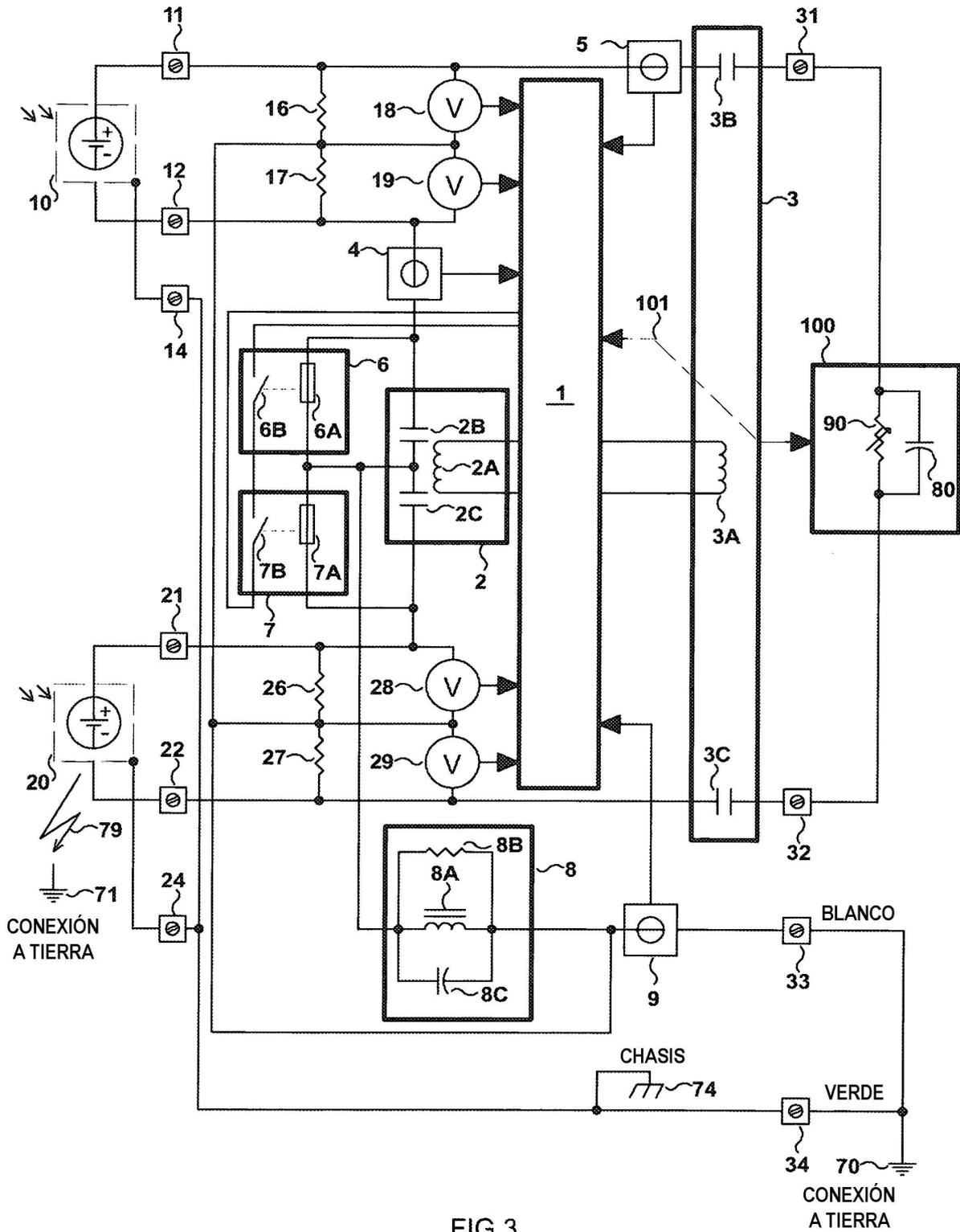


FIG.3