

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 309**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

H01L 31/02 (2006.01)

H02S 40/32 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2015 E 17192984 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3291403**

54 Título: **Sistema y método para controlar una pluralidad de dispositivos fotovoltaicos**

30 Prioridad:

03.03.2014 US 201461947326 P

08.07.2014 US 201462022087 P

20.02.2015 US 201514628079

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

11.03.2021

73 Titular/es:

**SOLARLYTICS, INC. (100.0%)
288 Lindbergh avenue
Livermore, CA 94551-9512, US**

72 Inventor/es:

**MCNAMARA, ROBERT P. y
RAYMOND, DOUGLAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 811 309 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 y método para controlar una pluralidad de dispositivos fotovoltaicos

Campo

5 La presente descripción se refiere generalmente a dispositivos fotovoltaicos y más específicamente, pero no exclusivamente, a sistemas y métodos para maximizar la potencia o energía generada y la eficiencia general de una o más células solares, por ejemplo, al aplicar y ajustar un campo eléctrico externo sobre las células solares.

Antecedentes

10 Una célula solar (también llamada célula fotovoltaica) es un dispositivo eléctrico que convierte la energía de la luz directamente en electricidad mediante un proceso conocido como "el efecto fotovoltaico". Cuando se expone a la luz, la célula solar puede generar y mantener una corriente eléctrica sin estar unida a ninguna fuente de voltaje externa.

15 Las célula solar más común consiste en una unión 110 PN fabricada con materiales semiconductores (p. ej., silicio), tal y como en una célula 100 solar mostrada en la Figura 1. Por ejemplo, la unión 110 PN incluye una fina oblea que consiste en una capa ultra fina de silicio tipo "N" sobre una capa más gruesa de silicio tipo "P". Donde estas dos capas están en contacto, se crea un campo eléctrico (no se muestra) cerca de la superficie superior de la célula 100 solar, y tiene lugar una difusión de electrones desde la región de alta concentración de electrones (el lado tipo "N" de la unión 110 PN) hacia la región de baja concentración de electrones (el lado tipo "P" de la unión 110 PN).

20 La unión 110 PN está encapsulada entre dos electrodos 101a, 101b conductivos. El electrodo 101a superior es o bien transparente a la radiación incidente (solar) o no cubre por completo la parte superior de la célula 100 solar. Los electrodos 101a, 101b pueden servir de contactos metal-semiconductor óhmicos que están conectados a una carga 30 externa que está acoplada en serie. A pesar de que se muestra únicamente como resistiva, la carga 30 puede también incluir componentes tanto resistivos como reactivos.

25 Cuando un fotón llega a la célula 100 solar, el fotón o bien: pasa directamente a través del material de la célula solar, lo cual suele ocurrir con fotones de baja energía; o refleja la superficie de la célula solar; o preferiblemente es absorbido por el material de la célula solar, si la energía del fotón es mayor que la banda prohibida del silicio, generando un par electrón-hueco.

30 Si el fotón es absorbido, su energía se transmite a un electrón en el material de la célula solar. Habitualmente este electrón está en la banda de valencia y está fuertemente unido en enlaces covalentes entre átomos vecinos, y, por tanto, es incapaz de alejarse. La energía que el fotón transmite al electrón "excita" al electrón hacia la banda de conducción, donde es libre para desplazarse en el interior de la célula 100 solar. El enlace covalente del que anteriormente formaba parte el electrón ahora tiene un electrón menos, esto se conoce como hueco. La presencia de un enlace covalente faltante permite que los electrones unidos de átomos vecinos se desplacen hacia el hueco, dejando otro hueco tras ellos. De esta manera, un hueco también puede desplazarse de forma eficaz a través de la célula 100 solar. Por tanto, los fotones absorbidos en la célula 100 solar crean pares electrón-hueco móviles.

35 El par electrón-hueco móvil se difunde o se deriva hacia los electrodos 101a, 101b. Generalmente, el electrón se difunde/deriva hacia el electrodo negativo, y el hueco se difunde/deriva hacia el electrodo positivo. La difusión de portadores (p.ej., electrones) se debe a un movimiento térmico aleatorio hasta que campos eléctricos capturan al portador. La deriva de portadores es accionada por campos eléctricos establecidos a lo largo de un campo activo de la célula 100 solar. En células solares de película fina, el modo dominante de separar los portadores de carga es la deriva, accionada por el campo electrostático de la unión 110 PN que se extiende a lo largo del grosor de la célula solar de película fina. Sin embargo, para células solares más gruesas que no tengan virtualmente ningún campo eléctrico en la región activa, el modo dominante de separación de portadores de carga es la difusión. La longitud de difusión de portadores minoritarios (es decir, la longitud que los portadores fotogenerados puede recorrer antes de recombinarse) debe ser amplia en células solares más gruesas.

45 En definitiva, los electrones que están creados en el lado tipo "N" de la unión 110 PN, "recibidos" por la unión 110 PN, y arrastrados al lado tipo "N" pueden proporcionar potencia a la carga 30 externa (a través del electrodo 101a) y volver al lado tipo "P" (a través del electrodo 101b) de la célula 100 solar. Una vez ha vuelto al lado tipo "P", el electrón puede recombinarse con un hueco creado o bien como un par electrón-hueco en el lado tipo "P" o arrastrado a lo largo de la unión 110 PN desde el lado tipo "N".

50 Como se muestra en la Figura 1, el par electrón-hueco recorre un camino sinuoso desde el punto en el que se crea el par electrón-hueco hasta el punto en el que se recibe par electrón-hueco en los electrodos 101a, 101b. Debido a que el trayecto que recorre el par electrón-hueco es largo, existe una gran oportunidad para que el electrón o el hueco se recombinen con otro hueco o electrón, recombinación que resulta en una pérdida de corriente para cualquier carga 30 externa. Dicho de otro modo, cuando se crea un par electrón-hueco, uno de los portadores puede alcanzar la unión 110 PN (un portador recibido) y contribuir a la corriente producida por la célula 100 solar. De manera alternativa, el

portador puede recombinarse sin contribución neta a la corriente de la célula. La recombinación de la carga causa una disminución de la eficiencia cuántica (es decir, el porcentaje de fotones que se convierte en corriente eléctrica cuando la célula 100 solar) y, por tanto, la eficiencia general de la célula 100 solar.

5 Los intentos recientes de reducir el coste e incrementar la eficiencia de las células solares incluyen analizar varios materiales y diferentes técnicas de fabricación utilizadas para las células solares. Otro planteamiento intenta mejorar la zona de vaciado formada alrededor de la unión 110 PN para mejorar el desplazamiento de los portadores de carga a través de la célula 100 solar. Véase, por ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 5.215.599 de Hingorani, et al. ("Hingorani"), presentada el 3 de mayo de 1991, y la patente de Estados Unidos 8.466.582, de Fornage ("Fornage"), presentada el 2 de diciembre de 2011, que reivindica prioridad a una fecha de presentación del 3 de diciembre de 10 2010.

Sin embargo, estos planteamientos convencionales para mejorar el desplazamiento de portadores de carga a través de la célula 100 solar requieren una modificación de la estructura fundamental de la célula 100 solar. Hingorani y Fornage, por ejemplo, describen la aplicación de un campo eléctrico externo a la célula solar utilizando una estructura de célula solar modificada. La aplicación del campo eléctrico externo requiere aplicar un voltaje entre los electrodos que induce al campo eléctrico (descrito en mayor detalle con referencia a la ecuación 2 a continuación). Sin modificar la estructura fundamental de la célula 100 solar, aplicar el voltaje a los electrodos 101a, 101b existentes de la célula 100 solar disminuye el voltaje aplicado a través de la carga 30 externa. Dicho de otra forma, aplicar voltaje a los electrodos 101a, 101b de la célula 100 solar no es efectivo para crear un campo eléctrico externo y mejorar el desplazamiento de los portadores de carga. Por consiguiente, los planteamientos convencionales, tal y como lo descrito en Hingorani y Fornage, modifican necesariamente la estructura fundamental de la célula 100 solar, por ejemplo, insertando un conjunto externo (y eléctricamente aislado) de electrodos en la base de la célula 100 solar. Existen diversas desventajas en este planteamiento.

Por ejemplo, los electrodos externos deben colocarse en la célula 100 solar durante el proceso de fabricación, es virtualmente imposible reajustar los electrodos externos a una célula o panel solar existente. Esta modificación del proceso de fabricación aumenta de forma significativa el coste de producción y disminuye la rentabilidad de la producción. Asimismo, colocar los electrodos externos en el lado delantero, o incidente, de la célula 100 solar reduce la energía óptica que alcanza la célula 100 solar, produciendo así una potencia de salida menor.

Como otra desventaja, para producir mejoras significativas en la potencia de salida de la célula 100 solar, se deben aplicar voltajes considerables a los electrodos externos de la célula 100 solar. Por ejemplo, Fornage describe que los voltajes en el orden de "1.000" voltios deben colocarse en los electrodos externos para que el campo eléctrico aplicado sea efectivo y se incremente la potencia de salida de la célula 100 solar. La magnitud de este voltaje requiere formación especial para el mantenimiento así como equipo y cableado de alto voltaje adicional que no existe actualmente en instalaciones de paneles solares existentes o nuevas. Como ejemplo, una capa de aislamiento entre los electrodos externos y la célula 100 solar debe ser suficiente para resistir el alto voltaje aplicado. En el caso de que la capa de aislamiento falle, existe un riesgo significativo de daño no solo a la célula 100 solar, sino también a todas las células 100 solares conectadas en serie o paralelo a la célula solar fallida así como la carga 30 externa.

Como otra desventaja, la instalación típica de la célula 100 solar puede introducir factores adicionales, tales como cableado adicional, hardware externo, etc., que pueden afectar a la potencia de salida de la célula 100 solar. Por ejemplo, múltiples células 100 solares se pueden acoplar (en serie y/o en paralelo) para formar un panel 10 solar (se muestra en las Figuras 2A-D). Cada panel 10 solar puede entonces acoplarse utilizando medios adecuados descritos en la presente memoria, incluido en paralelo, en serie, o una combinación de ambos. Con referencia a las Figuras 2A-D, se muestran configuraciones de una instalación típica que usa al menos un panel 10 solar.

Los paneles 10 solares se pueden conectar en paralelo (Figura 2A), en serie (Figura 2B), o una combinación de ambos (Figura 2C). En cada una de las Figuras 2A-C, los paneles 10 solares pueden accionar una carga, tal y como un inversor 31. La Figura 2A muestra un acoplamiento en serie de los paneles 10 solares. Ahora con referencia a la Figura 2B, los paneles 10 solares se muestran conectados en serie y accionan el inversor 31. La Figura 2C muestra una instalación alternativa de los paneles 10 solares conectados tanto en paralelo como en serie. En otra realización más, la Figura 2D muestra una instalación que se encuentra generalmente en gran cantidad de instalaciones residenciales, donde cada uno de los paneles 10 solares está conectado a su propio inversor 31.

50 Cada método para conectar las células 100 solares y los paneles 10 solares requiere cableado y métodos de instalación diferentes que cambian las características/comportamiento eléctrico, y la potencia de salida correspondiente, de los paneles 10 solares conectados. Esfuerzos convencionales para aumentar la eficiencia de las células solares no suelen justificar los obstáculos de instalación, tal y como los distintos métodos para conectar múltiples células 100 solares y/o múltiples paneles 10 solares.

55 En vista de lo anterior, existe una necesidad de mejora en sistemas y método de células solares para incrementar la eficiencia y potencia de salida, tal y como con un aumento de la movilidad de los pares electrón-hueco, en un esfuerzo por superar los obstáculos y las deficiencias mencionadas de los sistemas de células solares convencionales.

El documento US 2012/006408 A1 describe un método de funcionamiento de una célula solar que comprende: - para una célula solar con una única unión y primer y segundo contacto, que causa una polarización sobre el primer y segundo contacto para alternar periódicamente entre un valor de polarización mínimo y máximo; - siendo el periodo de alternancia de la polarización entre los valores de polarización mínimo y máximo más corto que el tiempo de enfriamiento de portadores calientes para que la célula solar los extraiga de la célula solar, portadores fotoexcitados a lo largo de un intervalo de niveles de energía. El documento WO2012/162268A2 describe el uso de un electrodo extra para aplicar un impulso de voltaje a un cuerpo semiconductor de un dispositivo fotovoltaico. El electrodo extra es diferente de los electrodos a través de los cuales fluye la corriente generada por el dispositivo fotovoltaico mediante la luz solar.

5

10 Compendio

Según la presente invención, se proporciona un método según la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes describen formas ventajosas de llevar a cabo un método según la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

15 La Figura 1 es un diagrama transversal de alto nivel de ejemplo que ilustra una realización de una célula solar de la técnica anterior.

La Figura 2A es un diagrama de bloque de alto nivel de ejemplo que ilustra una realización de un conjunto de paneles solares de la técnica anterior que usa las células solares de la Figura 1.

20 La Figura 2B es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa de un conjunto de paneles solares de la técnica anterior que usa las células solares de la Figura 1, en el que cada panel solar está acoplado en serie.

La Figura 2C es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa de un conjunto de paneles solares de la técnica anterior que usa las células solares de la Figura 1, en el que cada panel solar está acoplado tanto en serie como en paralelo.

25 La Figura 2D es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa de un conjunto de paneles solares de la técnica anterior que usa las células solares de la Figura 1, en el que cada panel solar está acoplado directamente a una carga.

La Figura 3 es un diagrama de bloque de alto nivel de ejemplo que ilustra una realización de un sistema de gestión de células solares.

30 La Figura 4 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización del sistema de gestión de células solares de la Figura 3, en el que un conjunto de paneles solares está conectado en paralelo según la disposición que se muestra en la Figura 2A y acoplado a una fuente de voltaje a través de un conmutador.

La Figura 5 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 3, en el que un conjunto de paneles solares está conectado en paralelo según la disposición que se muestra en la Figura 2A y acoplado a un circuito generador de impulsos de voltaje.

35 La Figura 6 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 4, en el que el conjunto de paneles solares está conectado en serie según la disposición que se muestra en la Figura 2B.

La Figura 7 es un gráfico que ilustra un voltaje V_{APP} aplicado respecto al voltaje sobre cada panel solar del sistema de gestión de células solares de la Figura 6.

40 La Figura 8 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 6, en el que uno o más de los conjuntos de paneles solares están acoplados a una fuente de voltaje a través de uno o más conmutadores.

45 La Figura 9 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra otra realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 4, en el que uno o más de los conjuntos de paneles solares están acoplados a la fuente de voltaje a través de uno o más conmutadores.

La Figura 10 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra otra realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 4, en el que uno o más de los conjuntos de paneles solares están conectados tanto en serie como en paralelo según la disposición que se muestra en la Figura 2D y acoplados a la fuente de voltaje a través de un conmutador.

La Figura 11 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra otra realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 10, en el que uno o más de los conjuntos de paneles solares están acoplados a la fuente de voltaje a través de uno o más conmutadores.

5 Las Figuras 12A-B, son diagramas de bloque de ejemplo que ilustran realizaciones alternativas del sistema de gestión de células solares de la Figura 4 que coopera con el conjunto de paneles solares de la Figura 2E.

La Figura 13 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 5, en el que el conjunto de paneles solares está conectado en serie según el conjunto de paneles solares de la Figura 2B.

10 La Figura 14 es un gráfico que ilustra un voltaje V_{APP} aplicado respecto al voltaje sobre cada panel solar del sistema de gestión de células solares de la Figura 13.

Las Figuras 15A-B son diagramas de bloque de ejemplo que ilustran realizaciones alternativas del sistema de gestión de células solares de la Figura 13, en el que uno o más de los conjuntos de paneles solares están acoplados a uno o más generadores de impulso de voltaje.

15 La Figura 16 es un diagrama de bloque de ejemplo que ilustra una realización alternativa del sistema de gestión de células solares de la Figura 5, en el que el conjunto de paneles solares está conectado según la disposición que se muestra en la Figura 2C.

Las Figuras 17A-B son diagramas de bloque de ejemplo que ilustran realizaciones alternativas del sistema de gestión de células solares de la Figura 5, en el que el conjunto de paneles solares está conectado según la disposición que se muestra en la Figura 2D.

20 La Figura 18 es un diagrama de circuito de ejemplo que ilustra una realización de un circuito de incremento de impulsos para usarlo con el sistema de gestión de células solares de la Figura 5.

25 Se ha de observar que las figuras no están dibujadas a escala y que los elementos de estructuras o funciones similares están generalmente representados por números de referencia iguales con fines ilustrativos a lo largo de las figuras. También se debe observar que las figuras están únicamente destinadas a facilitar la descripción de las realizaciones preferidas. Las figuras no ilustran todos los aspectos de las realizaciones descritas y no limitan el alcance de la presente descripción.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

30 Debido a que los sistemas de células solares disponibles actualmente no consiguen maximizar la potencia de salida de una célula fotovoltaica, un sistema de células solares que aumenta la movilidad de los pares electrón-hueco y reduce la corriente de recombinación en un material semiconductor puede resultar conveniente y proporcionar una base para un amplio rango de sistemas de células solares, tal y como para aumentar la eficiencia y la potencia de salida de las células solares configuradas como un panel solar. Se puede conseguir este resultado, según una realización descrita en la presente memoria, con un sistema 300 de gestión de células solares como se ilustra en la Figura 3.

35 Ahora con referencia a la Figura 3, el sistema 300 de gestión de células solares es adecuado para usar con un amplio rango de dispositivos fotovoltaicos. En una realización, el sistema 300 de gestión de células solares puede ser adecuado para usar con la célula 100 solar que se muestra en la Figura 1. Por ejemplo, la célula 100 solar puede representar cualquier generación adecuada de células solares tal y como células de obleas de silicio cristalino (primera generación), células solares de película fina incluidas las células de silicio amorfo (segunda generación), y/o células de tercera generación. El sistema 300 de gestión de células solares puede usarse de forma ventajosa con cualquier generación de célula 100 solar sin modificar la estructura, y sus desventajas.

40 En otra realización, el sistema 300 de gestión de células solares puede ser adecuado para usar con múltiples células 100 solares, tal y como los paneles 10 solares que se muestran en las Figuras 2A-D. Tal y como se describe previamente, múltiples células 100 solares se pueden acoplar (en serie y/o en paralelo) para formar un panel 10 solar. Los paneles 10 solares se pueden montar en una estructura de apoyo (no se muestra) con montaje sobre el suelo, montaje sobre el tejado, sistemas de seguimiento solar, rejillas fijas, etc. y pueden utilizarse para aplicaciones tanto espaciales como terrestres. De manera similar, el sistema 300 de gestión de células solares puede usarse de forma ventajosa con cualquier generación de panel 10 solar sin modificar la estructura, y sus desventajas, del panel 10 solar.

45 Como se muestra en la Figura 3, el dispositivo 200 fotovoltaico coopera con un campo 250 eléctrico. En algunas realizaciones, la polaridad del campo 250 eléctrico se puede aplicar o bien en la misma dirección o bien en la dirección inversa a la polaridad de los electrodos 101a, 101b (que se muestran en la Figura 1) en el dispositivo 200 fotovoltaico. Por ejemplo, si se aplica el campo 250 eléctrico en la misma dirección que la polaridad de los electrodos 101a, 101b en el dispositivo 200 fotovoltaico, el campo 250 eléctrico actúa en los pares electrón-hueco en el dispositivo 200

fotovoltaico para imponer una fuerza, eE o h^+E en el electrón o hueco, respectivamente, acelerando así la movilidad del electrón y hueco hacia los respectivos electrodos. De manera alternativa, si la polaridad del campo 250 eléctrico es inversa, la movilidad de los pares electrón-hueco en el dispositivo 200 fotovoltaico disminuye, aumentando así la corriente de recombinación en el dispositivo 200 fotovoltaico. Por consiguiente, la eficiencia del dispositivo 200 fotovoltaico se puede disminuir según se desee, tal y como para controlar la potencia de salida del dispositivo 200 fotovoltaico.

Asimismo, el campo 250 eléctrico aplicado al dispositivo 200 fotovoltaico puede ser estático o variable con el tiempo según se desee. En el caso en que el campo 250 eléctrico sea variable con el tiempo, el campo 250 eléctrico tiene una magnitud de tiempo promedio que no es cero. Dicho de otra forma, la fuerza neta de los electrones y huecos no es cero para proporcionar movilidad aumentada en los pares electrón-hueco del dispositivo 200 fotovoltaico.

El sistema 300 de gestión de células solares puede aplicar el voltaje V_{App} externo al dispositivo 200 fotovoltaico usando cualquier medio adecuado descrito en la presente memoria, incluido usar un conmutador 55 como se muestra en la Figura 4. Ahora con referencia a la Figura 4, el dispositivo 200 fotovoltaico puede representar cualquier número de dispositivos fotovoltaicos tal y como la célula 100 solar y/o los paneles 10 solares como se ilustra. Los paneles 10 solares se muestran conectados en paralelo (también se muestran en la Figura 2A) y están conectados al conmutador 55, tal y como un conmutador de único polo, conmutador bipolar (o de triple acción). Sin embargo, como se describirá con referencia a las Figuras 6 y 8-12, los paneles 10 solares también pueden estar conectados en serie, en una combinación de serie y paralelo, e independientemente los unos de los otros. En una realización, el conmutador 55 también está acoplado a una fuente 50 de voltaje y a una carga R_L externa (p. ej., se muestra como el inversor 31). El inversor 31 puede incluir componentes tanto resistivos como reactivos. En algunas realizaciones, el inversor 31 puede convertir un voltaje y corriente CC en un voltaje y corriente CA, lo cual es generalmente compatible en voltaje y frecuencia con redes eléctricas CA convencionales. La frecuencia de salida del inversor 31 y la amplitud de la corriente/voltaje CA se pueden basar en el país, ubicación, y requerimientos de las redes locales.

La fuente 50 de voltaje puede incluir cualquier medio adecuado para mantener un voltaje constante, incluidas las fuentes de voltaje ideal, las fuentes de voltaje controlado, etcétera. Sin embargo, en algunas realizaciones, la fuente 50 de voltaje puede tener un rendimiento variable y ajustable (p. ej., voltaje variable con el tiempo). Un control 45 de conmutador (o controlador) puede estar acoplado al conmutador 55 para controlar la duración de la conexión y/o la frecuencia de conmutación, tal y como entre la fuente 50 de voltaje y el inversor 31 a los paneles 10 solares. En algunas realizaciones, la magnitud del voltaje V_{App} aplicado por la fuente 50 de voltaje, la duración D de la conexión, y/o la frecuencia f de conmutación pueden estar preestablecidas y/o variar basándose en las condiciones de carga.

Por ejemplo, el conmutador 55 conecta los paneles 10 solares con la fuente 50 de voltaje en una primera posición (como se muestra con la flecha en el conmutador 55 de la Figura 4). Cuando se conecta en la primera posición, la fuente 50 de voltaje aplica un voltaje V_{APP} a través de los electrodos 101a, 101b (se muestran en la Figura 1) de los paneles 10 solares e induce el campo 250 eléctrico (se muestra en la Figura 3) a lo largo de cada panel 10 solar. El control 45 de conmutador puede estar preestablecido para operar a un tiempo D de duración del conmutador fijado y una frecuencia de conmutación f . Una vez el campo 250 eléctrico ha sido establecido a lo largo de los paneles 10 solares, el conmutador 55 conmuta para conectar los paneles 10 solares al inversor 31 (es decir, la carga R_L) en una segunda posición. Por consiguiente, la fuente 50 de voltaje puede proporcionar el campo 250 eléctrico sin conectarse a los paneles 10 solares y al inversor 31 al mismo tiempo. Por tanto, aplicar el voltaje V_{APP} externo no permite a la carga R_L (p. ej., el inversor 31) consumir corriente directamente de la fuente 50 de voltaje.

La aplicación del campo 250 eléctrico a los paneles 10 solares puede aumentar la corriente y la potencia de salida de los paneles 10 solares en una cantidad predeterminada cuando los paneles 10 solares se conectan posteriormente al inversor 31 en la segunda posición. La cantidad predeterminada depende de una intensidad de luz incidente en los paneles 10 solares, el voltaje V_{APP} aplicado a los paneles 10 solares por parte de la fuente 50 de voltaje, el grosor de los paneles 10 solares, la frecuencia f a la que la fuente 50 de voltaje se conecta a los paneles 10 solares, y el ciclo de trabajo del proceso de conmutación entre la primera posición y la segunda posición, estando el ciclo de trabajo definido como la cantidad de tiempo que los paneles 10 solares están conectados a la fuente 50 de voltaje dividido entre $1/f$ el tiempo de conmutación (es decir, multiplicado por la frecuencia f o dividido entre el periodo total de la señal). Se ha de observar que el tiempo D de duración del conmutador, la frecuencia f de conmutación y el ciclo de trabajo son cantidades interrelacionadas de forma que cuantificar dos cantidades cualquiera permite determinar la tercera cantidad. Por ejemplo, especificar la frecuencia de conmutación y el ciclo de trabajo permite determinar el tiempo D de duración del conmutador. Por ejemplo, en condiciones de luz de alta intensidad, la mejora de la potencia de salida puede ser del orden del 20 %; en condiciones de luz de baja intensidad, 50+ %.

La realización que se muestra en la Figura 4 proporciona de forma ventajosa el campo 250 eléctrico al dispositivo 200 fotovoltaico sin la necesidad de modificar los paneles 10 solares y/o las células 100 solares para incluir electrodos externos adicionales.

En algunas realizaciones, se puede colocar un dispositivo de almacenamiento de energía, tal y como un condensador 41, un inductor 42 y/o una batería 43, delante del inversor 31 para mitigar cualquier caída del voltaje que perciba el

inversor 31 mientras el conmutador 55 está en la primera posición. Por consiguiente, mientras que el inversor 31 (es decir, carga) está desconectado de los paneles 10 solares cuando el conmutador 55 está en la primera posición y el campo 250 eléctrico se está estableciendo sobre los paneles 10 solares, el dispositivo de almacenamiento de energía proporciona energía al inversor 31 para mantener el flujo de corriente durante este periodo conmutado. Dicho de otra forma, el dispositivo de almacenamiento de energía puede descargarse mientras los paneles 10 solares se desconectan del inversor 31.

Por tanto, no es necesario aplicar de manera continuada un voltaje constante de la fuente 50 de voltaje, la cual a su vez crea el campo 250 eléctrico, para ver una mejora en la potencia de salida de los paneles 10 solares. Por ejemplo, con tiempos D de duración de la conmutación de, nominalmente, 10-2000 ns, un V_{App} de, nominalmente, 100-500+ Voltios y una frecuencia f de conmutación de 20 μ segundos, se puede usar el ciclo de trabajo de, nominalmente, 0,1-10 %. El inductor 42, el condensador 41 y/o la batería 43 se escogen para tener el tamaño suficiente para proporcionar suficiente descarga mientras los paneles 10 solares están desconectados mientras el campo 250 eléctrico se está colocando a lo largo de los paneles 10 solares de forma que no se cause una caída en el rendimiento del inversor 31.

La Figura 5 ilustra una realización alternativa del sistema 300 de gestión de células solares de la Figura 3. Ahora con referencia a la Figura 5, el dispositivo 200 fotovoltaico puede representar cualquier número de dispositivos fotovoltaicos tal y como la célula 100 solar y/o los paneles 10 solares como se ilustra. Como se muestra, los paneles 10 solares están conectados en paralelo (también se muestra en la Figura 2A), pero también se pueden conectar en serie y en cualquier combinación de ambos como se describirá con referencia a las Figuras. 13 y 15-17.

Un generador 60 de impulsos de voltaje, tal y como un generador de impulsos de alto voltaje, puede aplicar un impulso de voltaje variable con el tiempo a lo largo de uno o más de los paneles 10 solares. En una realización, una duración D_p del impulso de voltaje puede ser corta, nominalmente 10-2000 ns, y una magnitud puede ser alta, nominalmente 100-500+ Voltios. En la realización que se muestra en la Figura 5, los voltajes aplicados, la duración del impulso y la frecuencia de repetición de impulsos están fijadas en un nivel predeterminado para proporcionar un rendimiento óptimo bajo condiciones de funcionamiento seleccionadas. Por ejemplo, el impulso de voltaje puede tener la duración D_p de unos 1000 ns, dicho impulso de voltaje se repite con un período de $1/f$. La duración D_p del impulso de voltaje y la frecuencia f del impulso de voltaje se escogen de forma que la reactancia de los inductores en el inversor 31 de voltaje presente una alta impedancia al generador 60 de impulsos de voltaje, dicha alta impedancia permite que se desarrolle un alto voltaje a través de los electrodos 101a, 101b (que se muestran en la Figura 1) de los paneles 10 solares y que el inversor 31 no lo disminuya.

Asimismo, se pueden colocar inductores (no se muestran) en serie en la entrada del inversor 31, dichos inductores en serie son capaces de administrar la entrada de corriente al inversor 31 y actuar como una bobina de radiofrecuencia de forma que el componente resistivo del inversor 31 no atenúe (ni disminuya de manera efectiva) los impulsos de voltaje. El ciclo de trabajo (tiempo en que el impulso está encendido/tiempo en el que el impulso está apagado) puede ser nominalmente 0,1-10 %.

La fuerza del campo 250 eléctrico impuesto en el dispositivo 200 fotovoltaico es una función de la construcción del dispositivo 200 fotovoltaico, tal y como el grosor del dispositivo 200 fotovoltaico, la constante material y dieléctrica del dispositivo 200 fotovoltaico, el voltaje de ruptura máximo del dispositivo 200 fotovoltaico, etcétera.

Como se describe previamente, el dispositivo 200 fotovoltaico puede incluir cualquier número de células 100 solares y/o paneles 10 solares, estando cada célula 100 solar y panel 10 solar, por ejemplo, acoplado en paralelo, en serie y/o en una combinación de ambos. En algunas realizaciones, imponer el campo 250 eléctrico en un dispositivo 200 fotovoltaico seleccionado puede justificar las variaciones en la configuración del dispositivo 200 fotovoltaico.

Para cada opción de instalación descrita con referencia a las Figuras 2A-D, el sistema 300 de gestión de células solares puede aplicar el voltaje V_{App} externo al dispositivo 200 fotovoltaico. Por ejemplo, al usar el conmutador 55 de la Figura 4, el sistema 300 de gestión de células solares también puede aplicar el voltaje V_{App} externo a los paneles 10 solares que están conectados en serie (se muestra en la Figura 2B) y tanto en serie como en paralelo (se muestra en la Figura 2C). Con referencia ahora a la Figura 6, los paneles 10 solares están conectados en serie y conectados al conmutador 55, tal y como el conmutador de único polo, conmutador bipolar (o de triple acción) de la Figura 4. En una realización, el conmutador 55 también está acoplado a una fuente 50 de voltaje y a una carga R_L externa (p. ej., se muestra como el inversor 31).

En la Figura 6, el campo 250 eléctrico (se muestra en la Figura 3) aplicado sobre cada panel 10 solar debe ser mayor que un campo E_{min} eléctrico mínimo predeterminado. Por consiguiente, el voltaje V_{App} externo aplicado a cada panel 10 solar debe ser mayor que un voltaje V_{min} mínimo aplicado predeterminado. En algunas realizaciones, el voltaje V_{App} externo aplicado a cada panel 10 solar debe ser también menor que un voltaje V_{max} máximo aplicado para evitar una ruptura de voltaje y daño al panel 10 solar o, al menos, daño a una o más células 100 solares de los paneles 10 solares. Dicho de otra forma, la Ecuación 1 representa el límite superior e inferior del voltaje V_{App} externo aplicado.

$$V_{\max} > V_{APP} > V_{\min} > kV_P, \quad (\text{Ecuación 1})$$

En la Ecuación 1, V_P es el rendimiento de voltaje del panel 10 solar, y k es el panel número k ésimo en la configuración. Siempre y cuando la relación entre el voltaje V_{APP} externo aplicado y el voltaje mínimo/máximo aplicado de la Ecuación 1 sea válida, el conmutador 55 puede aplicar de forma efectiva el campo 250 eléctrico sobre cada panel 10 solar.

5 La Figura 7 ilustra el voltaje V_{APP} respecto al voltaje medido sobre cada panel 10 solar sucesivo (p. ej., del nodo A a lo largo de los nodos B, C...N) que se muestra en la Figura 6, mientras el conmutador 55 está en la segunda posición. Como se muestra en la Figura 7, el voltaje sobre cada panel 10 solar aumenta en la salida de voltaje del panel 10 solar. Por ejemplo, cada panel 10 solar genera un voltaje de aproximadamente veinticuatro voltios y que un voltaje medido entre el nodo A y cualquier nodo de medición es aproximadamente $k \times 24$ Voltios, donde k es el número de paneles 10 solares sobre los que se está midiendo el voltaje. Si la desigualdad de la Ecuación 1 no se puede cumplir, la realización que se muestra en la Figura 6 se puede modificar para incluir conmutadores 55 adicionales. Por ejemplo, en una realización, un segundo conmutador 55 (conmutador 55b) se puede acoplar en la serie de paneles 10 solares como se muestra en la Figura 8. Sin embargo, se puede acoplar más de un conmutador 55 (es decir, conmutador 55a, 55b... 55n) a los paneles 10 solares según se desee.

15 Con referencia ahora a la Figura 8, se puede añadir un conmutador 72 de palanca entre la fuente 50 de voltaje y cada grupo de k paneles 10 solares. Para simplificar las figuras y únicamente con fines ilustrativos, las interconexiones entre diferentes puntos en la Figura 8 se designan con las letras mayúsculas rodeadas A y B, donde A se acopla a A y B se acopla a B. El conmutador 72 de palanca puede representar un conmutador de único polo, unipolar (de doble acción). Específicamente, el conmutador 72 de palanca puede incluir N puertos de entrada y 1 puerto de salida. El conmutador 20 72 de palanca además define un estado ACTIVO y un estado INACTIVO. En el estado ACTIVO, todos los N puertos de entrada se conectan simultáneamente al puerto de salida único. En el estado INACTIVO, ninguno de los puertos de entrada se conecta al puerto de salida único. El control 45 de conmutador puede activar el conmutador 72 de palanca, el cual también controla los conmutadores 55a, 55b, etcétera. Como se muestra en la Figura 8, el conmutador 72 de palanca proporciona un trayecto eléctrico de retorno para la fuente 50 de voltaje cuando los conmutadores 55a, 25 55b están en la primera posición (como se ha descrito con referencia a la Figura 4). El conmutador 72 de palanca se activa (el estado ACTIVO) cuando los conmutadores 55a, 55 están conectados a la fuente 50 de voltaje y el campo 250 eléctrico (se muestra en la Figura 3) se aplica a los paneles 10 solares. El conmutador 72 de palanca se desactiva (el estado INACTIVO) mientras los paneles 10 solares están proporcionando energía al inversor 31.

30 En una realización preferida, el control 45 de conmutador se puede sincronizar de forma que los conmutadores 55a, 55b se colocan en una primera posición simultáneamente y se conectan a la fuente 50 de voltaje, mientras que el conmutador 72 de palanca se activa concurrentemente en el estado ACTIVO. Asimismo, el control 45 de conmutador coloca simultáneamente los conmutadores 55a, 55b en la segunda posición y también desactiva el conmutador 72 de palanca (el estado INACTIVO). En algunas realizaciones, se puede colocar un dispositivo de almacenamiento de energía, tal y como el condensador 41, el inductor 42 y/o la batería 43, delante del inversor 31 para mitigar que el 35 inversor 31 perciba cualquier caída del voltaje mientras los conmutadores 55a, 55b están en la primera posición.

Como se ha descrito con referencia a la Figura 4, el sistema 300 de gestión de células solares también puede aplicar el voltaje V_{APP} externo a los paneles 10 solares que están conectados en paralelo. Con referencia ahora a la Figura 9, el control 45 de conmutador puede controlar más de un conmutador 55. En una realización preferida, el control 45 de conmutador puede sincronizar cada uno de los conmutadores 55a, 55b, y se conectan y desconectan 40 simultáneamente. Tal y como se indica anteriormente, se puede colocar un dispositivo de almacenamiento de energía, tal y como el condensador 41, el inductor 42 y/o la batería 43, delante del inversor 31 para mitigar que el inversor 31 perciba cualquier caída del voltaje mientras los conmutadores 55a, 55b están en la primera posición.

Al usar el conmutador 55 de la Figura 4, el sistema 300 de gestión de células solares también puede aplicar el voltaje V_{APP} externo a los paneles 10 solares que están conectados tanto en serie como en paralelo (se muestra en la Figura 2C). Ahora con referencia a la Figura 10, dos o más de los paneles 10 solares se muestran conectados en serie. Los paneles 10 solares conectados en serie se interconectan entonces en paralelo. El número de paneles 10 solares que 45 está conectado en serie y en paralelo se puede preseleccionar según se desee.

Como se muestra en la Figura 10, se pueden utilizar uno o más conmutadores 55 para aplicar el campo 250 eléctrico (se muestra en la Figura 3) a lo largo de los paneles 10 solares. Si se utiliza más de un conmutador 55, los paneles 50 10 solares se pueden conectar como se muestra en la Figura 11. Ahora con referencia a la Figura 11, los paneles 10 solares conectados en serie se conectan en paralelo y entonces se interconectan a los conmutadores 55a, 55b. En una realización preferida, el control 45 de conmutador sincroniza los conmutadores 55a, 55b para que se desconecten del inversor 31 simultáneamente. De manera similar, el control 45 de conmutador conecta ambos conmutadores 55a, 55b a la fuente 50 de voltaje al mismo tiempo. En algunas realizaciones, se puede colocar un dispositivo de 55 almacenamiento de energía, tal y como el condensador 41, el inductor 42 y/o la batería 43, delante del inversor 31

para mitigar que el inversor 31 perciba cualquier caída del voltaje mientras los conmutadores 55a, 55b están en la primera posición.

5 En incluso otra realización, el sistema 300 de gestión de células solares puede cooperar con los paneles solares que se suelen encontrar en gran cantidad de instalaciones residenciales, donde cada uno de los paneles 10 solares se conecta a su propio inversor 31 (se muestra en la Figura 2D). Ahora con referencia a las Figuras 12A-B, el conmutador 55 puede cooperar con cada panel 10 solar de diversas formas. En una realización, la Figura 12A ilustra el conmutador 55, la fuente 50 de voltaje y el control 45 de conmutador integrados en el inversor 31. Debido a que el inversor 31 está generalmente conectado a una fuente de energía, el condensador 41 se puede colocar dentro del inversor 31. De manera alternativa, como se muestra en la Figura 2D, múltiples paneles 10 solares se utilizan generalmente en combinación y cada uno se acopla a su propio inversor 31 de forma que no se utiliza el condensador 41. En algunas realizaciones, cada inversor 31 opera de manera independiente de otros inversores 31 de forma que el conmutador 55 no se sincroniza entre inversores 31. Por consiguiente, una caída momentánea de la energía en un panel solar seleccionado no afecta de manera apreciable la calidad de energía de la pluralidad de paneles 10 solares e inversores 31.

15 La realización que se muestra en la Figura 12A se puede destinar de forma ventajosa a cualquier instalación de paneles solares nueva. En una realización alternativa con referencia a la Figura 12B, cada par de panel 10 solar e inversor 31 puede incluir su propio conmutador 55a-55n. Cada conmutador 55 está conectado a un conmutador 46 central, el cual es controlado por un controlador 72 de conmutador y la fuente 50 de voltaje.

20 El conmutador 46 central puede proporcionar dos salidas concurrentes a cada panel 10 solar, cada conmutador 55 y cada inversor 31. La primera salida del conmutador 46 central incluye A1, B1... N1, y activa cada conmutador 55 a la primera posición como se ha descrito con referencia a la Figura 4. El voltaje V_{APP} externo se aplica desde la fuente 50 de voltaje a través de la segunda salida del conmutador 46 central, la cual incluye A2, B2... N2. El control 72 de conmutador activa un conmutador 55 seleccionado, uno a uno, a través del conmutador 46 central y aplica el voltaje V_{APP} externo de la fuente 50 de voltaje a cada uno de los pares de panel 10 solar e inversor 31, de manera serial. Debido a que el ciclo de trabajo de cada conmutador 55 individual es bajo, generalmente menos de un 2 %, el controlador 72 de conmutador controla y acciona un gran número de conmutadores 55, paneles 10 solares e inversores 31.

30 No existe ningún límite en esta realización que excluya al controlador 72 de conmutador de conmutar y conectar la fuente 50 de voltaje a múltiples paneles 10 solares siempre y cuando el voltaje aplicado a cada panel sea mayor que el V_{min} . En una realización alternativa, se puede añadir más de un controlador 72 de conmutador, siendo cada controlador 72 de conmutador responsable de un número predeterminado de paneles 10 solares. Cada uno de los controladores 72 de conmutador puede actuar de manera independiente.

35 Como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 5, el sistema 300 de gestión de células solares también puede aplicar el voltaje V_{App} externo al dispositivo 200 fotovoltaico utilizando el generador 60 de impulsos de voltaje para un número de configuraciones de los paneles 10 solares. Ahora con referencia a la Figura 13, el circuito 60 del generador de impulsos de voltaje está conectado a los paneles 10 solares en serie. Como se ha descrito anteriormente, siempre y cuando la desigualdad en la Ecuación 1 se cumpla, el generador 60 de impulsos de voltaje actúa como se muestra en la Figura 14. La Figura 14 ilustra el voltaje V_{App} externo relativo al voltaje a lo largo de cada panel 10 solar sucesivo (medido a lo largo del nodo A a cada uno de los paneles 10 solares en los nodos B, C... N) en la serie. Como se muestra en la Figura 14, el voltaje en cada panel 10 solar aumenta en la salida de voltaje del panel 10 solar. Por ejemplo, cada panel 10 solar genera un voltaje de aproximadamente veinticuatro voltios y que un voltaje medido a lo largo de cualquier panel 10 solar (del nodo A al nodo B, C... N) es aproximadamente $k \times 24$ Voltios, donde k es el número de paneles 10 solares sobre los que se está midiendo el voltaje. Si la desigualdad de la Ecuación 1 no se puede cumplir, la realización que se muestra en la Figura 13 se puede modificar para incluir generadores 60 de impulsos de voltaje adicionales.

45 Con referencia a la Figura 5, para maximizar la fuerza del campo 250 eléctrico a lo largo del conjunto de células 100 solares o de los paneles 10 solares, el sistema 300 de gestión solar considera que el voltaje CC que genera cada una de las células 100 solares o los paneles 10 solares en sí. En una realización, un circuito de incremento de alto voltaje, tal y como un Circuito 90 de Incremento del Inyector (se muestra en la Figura 18), se puede utilizar con el generador 60 de impulsos de voltaje para superponer un impulso de voltaje sobre del voltaje CC de los paneles 10 solares en sí. Esta superposición del impulso de voltaje por parte del generador 60 de impulsos de voltaje encima del voltaje CC generado por paneles 10 solares se puede llevar a cabo creando una referencia negativa para la señal de impulso de alto voltaje inyectado que es igual al voltaje CC positivo proporcionado por los paneles 10 solares.

55 Ahora con referencia a la Figura 18, el Circuito 90 de Incremento del Inyector incluye un condensador 91, que trabaja en conjunto con un inductor 92, permite que el condensador 91 tenga una carga igual al voltaje proporcionado por los paneles 10 solares. El condensador 91 y el inductor 92 crean una referencia negativa incrementada para la señal de impulso de alto voltaje inyectado la cual está conectada al generador 60 de impulsos de voltaje mediante condensadores 94 y 95. La referencia positiva del generador 60 de impulsos de voltaje está conectada mediante un

diodo 93, el cual proporciona protección de polarización inversa a la línea de voltaje positivo conectada a la interfaz que se conecta a los paneles 10 solares y la interfaz que está conectada al inversor 31. Para proporcionar aislamiento RF de forma que el inversor 31 no disminuya los impulsos de voltaje del generador 60 de impulsos de voltaje y para proporcionar adicionalmente aislamiento RF entre los otros paneles 10 solares conectados entre el Circuito 90 de Incremento del Inyector y el inversor 31, los inductores 96 y 97 se pueden colocar en serie entre el inversor 31 y el generador 60 de impulsos de voltaje para proporcionar una bobina de RF para cualquier impulso de alto voltaje. Los inductores 96 y 97 atenúan cualquier impulso de voltaje del generador 60 de impulsos de voltaje que los atraviesen y aíslan al generador 60 de impulsos de voltaje del resto del circuito hacia el inversor 31.

Como se muestra en la Figura 18, el inductor 92 proporciona protección de alta reactancia a la señal de impulso de alto voltaje inyectado, evitando que la señal se retroalimente al condensador 91. El resultado es que la señal de impulso de alto voltaje inyectado se encuentra por encima del voltaje CC proporcionado por los paneles 10 solares y aumenta y disminuye con el voltaje CC, maximizando así el impulso de voltaje.

En una realización preferida, el Circuito 90 de Incremento del Inyector se puede incorporar como parte de una interfaz entre cada generador 60 de impulsos de voltaje y un número de paneles 10 solares.

En algunas realizaciones, se puede utilizar más de un generador 60 de impulsos de voltaje para un número predeterminado de paneles 10 solares, como se muestra en la Figura 15A. Ahora con referencia a la Figura 15A, los paneles 10 solares están dispuestos tanto en serie como en paralelo e interconectados con los generadores 60 de impulsos de voltaje. Cada generador 60 de impulsos de voltaje es responsable de k paneles y está interconectado con el inversor 31. En algunas realizaciones, similares al sistema de conmutación descrito anteriormente en las Figuras 6 y 8-11, se puede sincronizar el uso de más de un generador 60 de impulsos de voltaje. Sin embargo, en la realización que se muestra en la Figura 15A, el uso de más de un generador 60 de impulsos de voltaje, de forma ventajosa, no requiere sincronización entre diferentes generadores 60 de impulsos de voltaje. Debido a que el impulso de voltaje de cada generador 60 de impulsos de voltaje es local para un conjunto de paneles 10 solares que están interconectados, aplicar el impulso de voltaje no afecta al rendimiento del inversor 31.

Otra realización que implementa múltiples generadores de impulsos de voltaje para los paneles 10 solares conectados en serie se muestra en la Figura 15B. Ahora con referencia a la Figura 15B, el generador 60 de impulsos de voltaje está conectado a cada panel 10 solar a través de un conmutador 70 en serie. El conmutador 70 en serie puede incluir N puertos de salida para acoplar k paneles 10 solares como se muestra en la Figura 15B. En la realización que se muestra en la Figura 15B, para simplificar las figuras y únicamente con fines ilustrativos, las interconexiones entre diferentes puntos en el circuito se denominan con las letras mayúsculas A1 y B1, con A1 conectada a A1, y B1 conectada a B1, etcétera.

El conmutador 70 en serie incluye un puerto de entrada conectado al generador 60 de impulsos de voltaje. Los N puertos de salida del conmutador 70 en serie conectan el generador 60 de impulsos de voltaje a lo largo de k paneles 10 uno a uno. En un ejemplo, el conmutador 70 en serie conecta el generador 60 de impulsos de voltaje a los puertos de salida A1 y A2. El generador 60 de impulsos de voltaje aplica el voltaje V_{App} externo a lo largo de los paneles solares 1 a k . El conmutador 70 en serie desconecta el generador 60 de impulsos de voltaje de las salidas A1 y A2 y conecta el generador 60 de impulsos de voltaje a las salidas B1 y B2. Cuando se activa, el generador 60 de impulsos de voltaje aplica el impulso V_{App} de voltaje a lo largo de los k paneles en ese tramo de los paneles 10 solares conectados en serie. De una manera similar, el conmutador 70 en serie recorre todos los puertos aplicando el impulso V_{App} de voltaje a k paneles uno a uno. Después de que a todos los n paneles 10 solares en serie se les haya aplicado un impulso V_{App} de voltaje, el conmutador 70 en serie se reconecta a guías A1 y A2 y el proceso se repite. De esta manera, un único generador 60 de impulsos de voltaje se puede utilizar para aplicar impulsos V_{App} de voltaje a un gran número de paneles 10 solares. Debido a que el ciclo de trabajo del impulso de voltaje es bajo, generalmente menos de un 2 %, un único generador 60 de impulsos de voltaje puede controlar múltiples paneles 10 solares.

Ahora con referencia a la Figura 16, el generador 60 de impulsos de voltaje coopera con los paneles 10 solares conectados tanto en serie como en paralelo en la forma descrita anteriormente con referencia a la Figura 2C. El generador 60 de impulsos de voltaje está conectado a lo largo de $2k$ paneles 10 solares y el inversor 31. En la mayoría de situaciones, la magnitud de las resistencias en serie y en derivación ($\gg 1M\Omega$) presente en la mayoría de paneles 10 solares permite que el generador 60 de impulsos de voltaje coopere con un gran número de paneles 10 solares.

Las Figuras 17A y 17B ilustran al generador 60 de impulsos de voltaje cooperando con las instalaciones residenciales típicas de un panel 10 solar. En una realización, con referencia a la Figura 17A, el generador 60 de impulsos de voltaje está integrado en el inversor 31 conectado a lo largo del panel 10 solar.

La Figura 17B ilustra una realización alternativa para cooperar con las instalaciones residenciales típicas de un panel 10 solar e incluye cada panel 10 solar y el inversor 31 conectados mediante el conmutador 70 en serie a un generador 60 de impulsos de voltaje central. El generador 60 de impulsos de voltaje central aplica el impulso V_{App} de voltaje a través del conmutador 70 en serie y a cada uno de los paneles 10 solares en serie. El conmutador 70 en serie en la Figura 17b se muestra como un conmutador $N \times 1$. El conmutador 70 en serie tiene un puerto de entrada, el cual está

conectado al generador 60 de impulsos de voltaje, y N puertos de salida, los cuales están conectados a lo largo de cada panel 10 solar individual como se muestra en la Figura 17b. El conmutador 70 en serie conecta el generador 60 de impulsos de voltaje a lo largo de cada panel 10 solar uno a uno.

5 En un ejemplo, el conmutador 70 en serie conecta el generador 60 de impulsos de voltaje a los puertos de salida A1 y A2. Cuando se activa, el generador 60 de impulsos de voltaje aplica el impulso V_{App} de voltaje a lo largo de un panel 10 solar seleccionado acoplado al conmutador 70 en serie. El conmutador 70 en serie desconecta entonces el generador 60 de impulsos de voltaje de los puertos de salida A1 y A2 y conecta el generador 60 de impulsos de voltaje a los puertos de salida B1 y B2. De nuevo, cuando se activa, el generador 60 de impulsos de voltaje aplica el impulso V_{App} de voltaje a lo largo de un panel 10 solar seleccionado acoplado al conmutador 70 en serie. De una manera similar, el conmutador 70 en serie recorre todos los puertos activos aplicando un impulso V_{App} de voltaje a los paneles 10 solares seleccionados uno a uno. Después de que a todos los n paneles 10 solares se les haya aplicado un impulso V_{App} de voltaje, el conmutador 70 en serie se reconecta a los puertos de salida A1 y A2 y el proceso se repite. De esta manera, un único generador 60 de impulsos de voltaje se puede utilizar para aplicar impulsos V_{App} de voltaje a un gran número de paneles 10 solares. Debido a que el ciclo de trabajo de los impulsos de voltaje es bajo, generalmente menos de un 2 %, un único generador 60 de impulsos de voltaje puede controlar un gran número de los paneles 10 solares e inversores 31.

20 No existe ningún límite en esta realización que excluya al generador de impulsos de alto voltaje central de conmutar un impulso de voltaje a múltiples paneles solares simultáneamente siempre y cuando el voltaje aplicado a cada panel sea mayor que V_{min} . A pesar de que existe la opción de aplicar un conmutador de impulso de alto voltaje a múltiples paneles 10 solares simultáneamente, la realización preferida incluye un único generador 60 de impulsos de voltaje para conmutar entre los paneles 10 solares, tal y como en serie. En el caso en el que el número de paneles 10 solares llegue a ser grande, se pueden añadir generadores 60 de impulsos de voltaje y conmutadores 70 en serie adicionales, siendo cada generador 60 de impulsos de voltaje responsable de un número de paneles 10 solares.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar una pluralidad de dispositivos (200) fotovoltaicos en un modo de generación de energía, cada dispositivo fotovoltaico comprende un único electrodo de entrada, un único electrodo de salida y un cuerpo semiconductor de unión PN posicionado entre el electrodo de entrada y el electrodo de salida, donde una corriente CC generada por cada dispositivo fotovoltaico fluye desde el respectivo electrodo de entrada al respectivo electrodo de salida a través del respectivo cuerpo semiconductor, comprendiendo dicho método:
- 5 aplicar una señal de voltaje generada por unos medios (50) de fuente de voltaje mediante unos medios (55) de conmutación comunes con unos medios (45) de control de conmutador para controlar la duración de la conexión y/o la frecuencia de conmutación y conectados en paralelo al único electrodo de entrada de cada uno de la pluralidad de dispositivos (200) fotovoltaicos, la señal de voltaje comprende una pluralidad de primeros estados con una magnitud positiva en una primera posición de dichos medios de conmutación comunes para generar un campo (250) eléctrico externo a lo largo de los dispositivos fotovoltaicos, y un segundo estado que comprende un ciclo de apagado entre primeros estados adyacentes en una segunda posición de dichos medios (55) de conmutación, en el que los primeros y los segundos estados forman impulsos (V_{App}) de voltaje; y
- 10 superponer los primeros estados sobre un voltaje existente generado por los dispositivos fotovoltaicos.
2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha superposición incluye crear una referencia negativa para los primeros estados.
3. El método de la reivindicación 2, en el que la referencia negativa se proporciona mediante un circuito (90) de incremento del inyector acoplado entre el generador (60) de impulsos de voltaje y los dispositivos (200) fotovoltaicos.
- 20 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además permitir que un segundo generador (60) de impulsos de voltaje esté acoplado a una segunda pluralidad de dispositivos (200) fotovoltaicos para proporcionar simultáneamente un segundo impulso de voltaje variable con el tiempo a lo largo de la segunda pluralidad de dispositivos fotovoltaicos, el segundo impulso de voltaje variable con el tiempo proporciona los primeros estados y el segundo estado.
- 25 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha aplicación de la señal de voltaje comprende aplicar un voltaje ajustable a los dispositivos (200) fotovoltaicos.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además controlar al menos una de entre una frecuencia y una duración de los primeros estados y/o el segundo estado.
- 30 7. El método de la reivindicación 6, en el que la al menos una de entre la frecuencia y la duración se controla mediante un circuito de control acoplado al generador (60) de impulsos de voltaje.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha aplicación de la señal de voltaje comprende aplicar el segundo estado entre impulsos (V_{App}) de voltaje adyacentes o entre impulsos (V_{App}) de voltaje adyacentes seleccionados.
- 35 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha permisión al generador (60) de impulsos de voltaje incluye permitir que el generador (60) de impulsos de voltaje se acople a los dispositivos (200) fotovoltaicos estando dispuesto en una configuración de dispositivo en serie y/o una configuración de dispositivo en paralelo.
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además determinar la magnitud de los impulsos de voltaje basándose en una configuración de dispositivo de los dispositivos (200) fotovoltaicos.
- 40 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha aplicación de la señal de voltaje incluye generar el campo (250) eléctrico externo con una dirección de campo predeterminada a lo largo de los dispositivos (200) fotovoltaicos.
- 45 12. El método de la reivindicación 11, en el que la dirección de campo predeterminada está en la misma dirección que una polaridad de los dispositivos (200) fotovoltaicos para aumentar una potencia de salida y/o una corriente de salida de los dispositivos (200) fotovoltaicos u opuesta a la polaridad de los dispositivos (200) fotovoltaicos para disminuir la potencia de salida y/o la corriente de salida de los dispositivos (200) fotovoltaicos.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los dispositivos (200) fotovoltaicos están configurados para accionar una carga.
- 50 14. El método de la reivindicación 13, en el que la carga comprende un inversor (31) para convertir un voltaje de corriente continua (CC) y/o corriente generada por los dispositivos (200) fotovoltaicos en un voltaje de corriente alterna (CA) y/o corriente.

15. El método de la reivindicación 13 o reivindicación 14, en el que los dispositivos (200) fotovoltaicos están eléctricamente aislados de la carga en el dominio de radiofrecuencia.
- 5 16. El método de la reivindicación 15, en el que los dispositivos (200) fotovoltaicos están eléctricamente aislados de la carga en el dominio de radiofrecuencia mediante al menos un inductor (42, 92, 96, 97), al menos un condensador (91), al menos una batería (43) o una combinación de los mismos.
17. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha aplicación de la señal de voltaje comprende aplicar la señal de voltaje a los dispositivos (200) fotovoltaicos sin modificar estructuralmente los dispositivos (200) fotovoltaicos.
- 10 18. El método de la reivindicación 17, en el que la señal de voltaje se aplica a electrodos (101a, 101b) existentes de los dispositivos (200) fotovoltaicos.
19. Un sistema para gestionar una pluralidad de dispositivos (200) fotovoltaicos en un modo de generación de energía, que comprende medios para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

Fig. 1
Técnica anterior

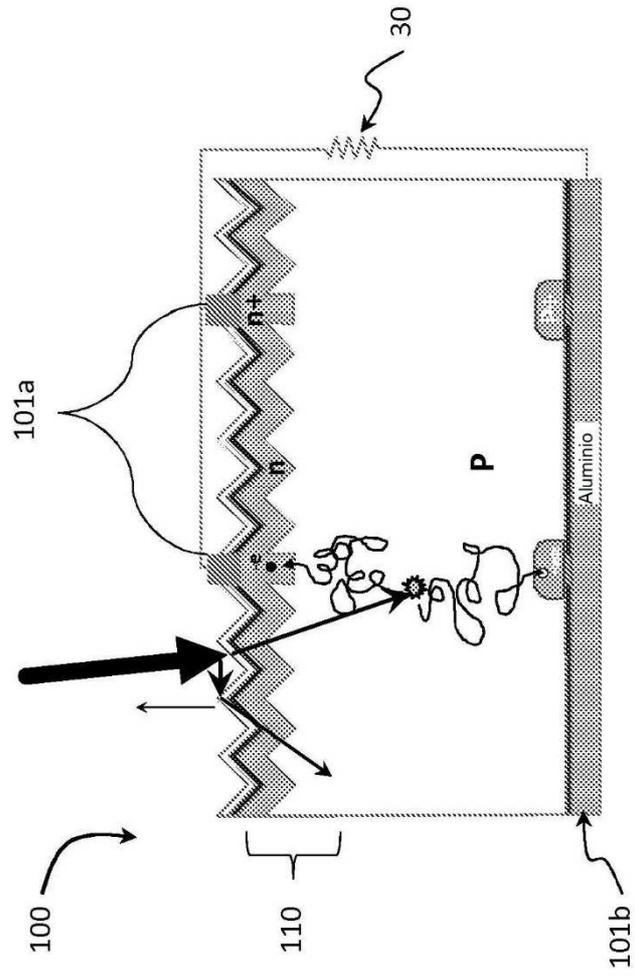


Fig. 2A

Técnica anterior

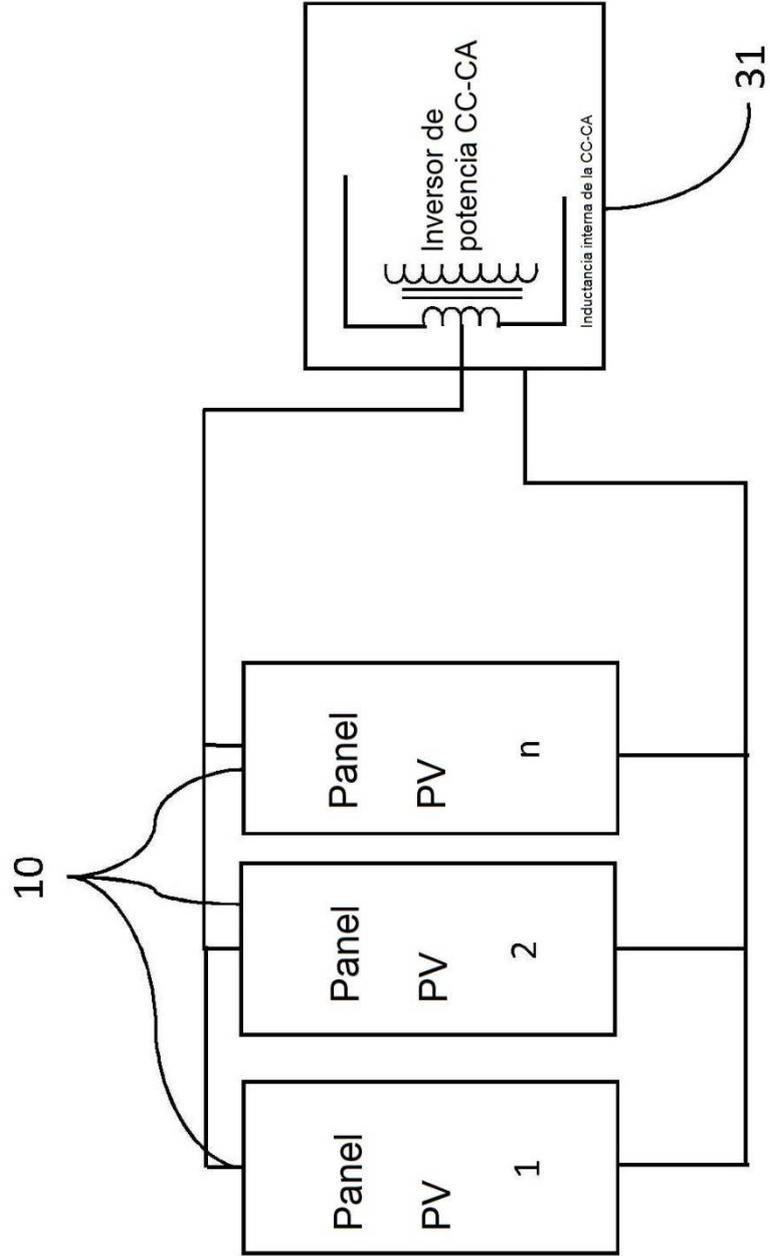


Fig. 2B
Técnica anterior

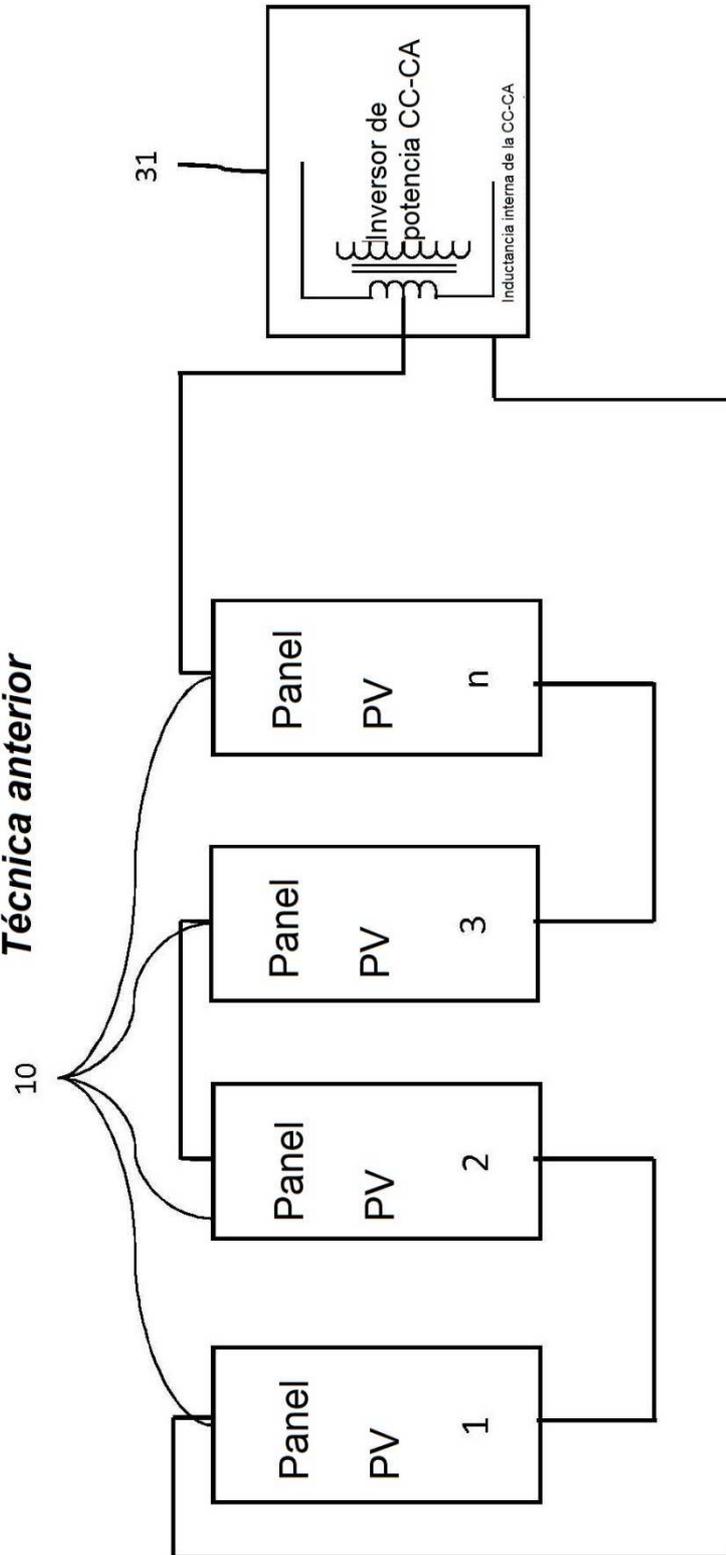


Fig. 2C

Técnica anterior

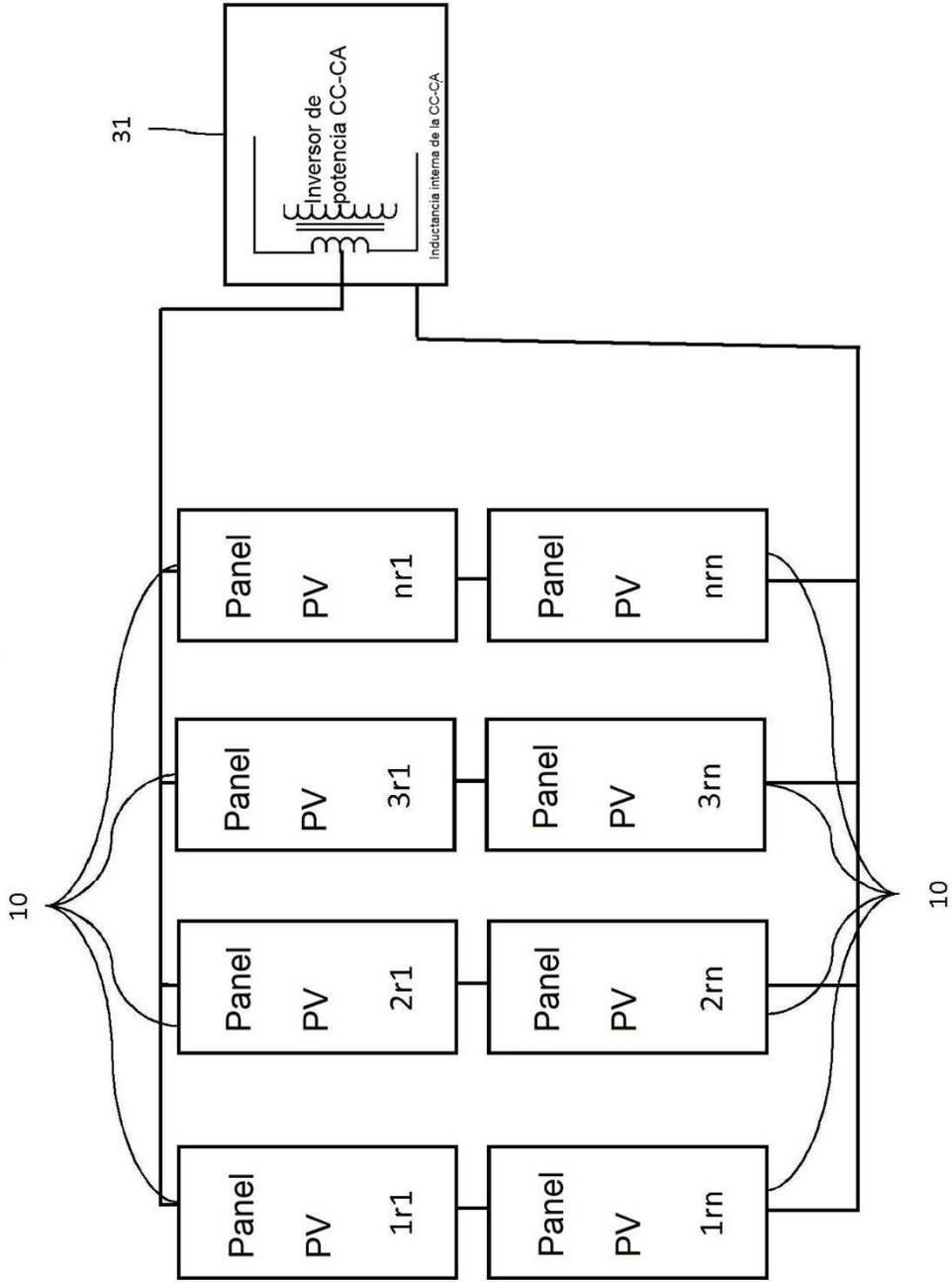


Fig. 2D

Técnica anterior

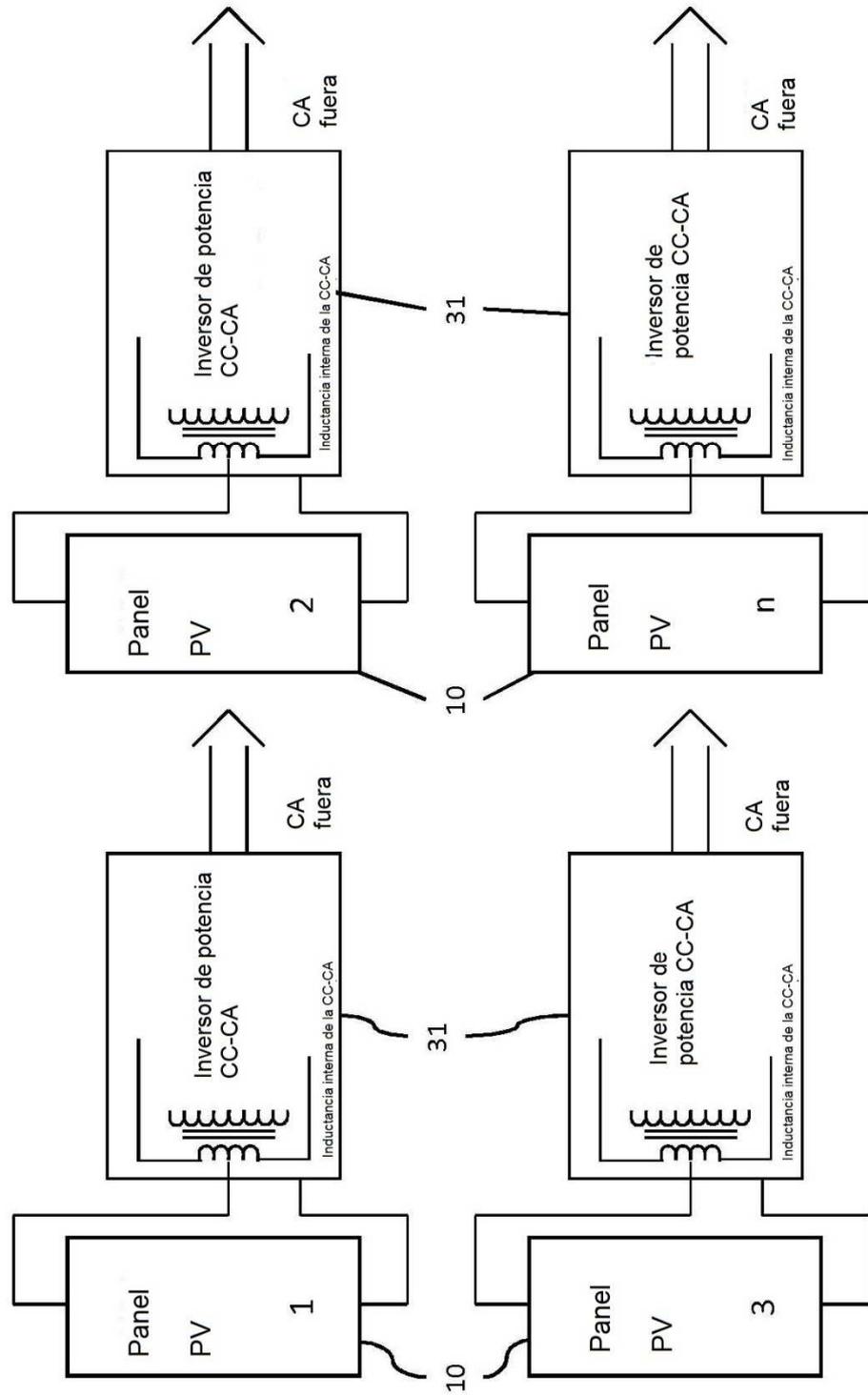


Fig. 3

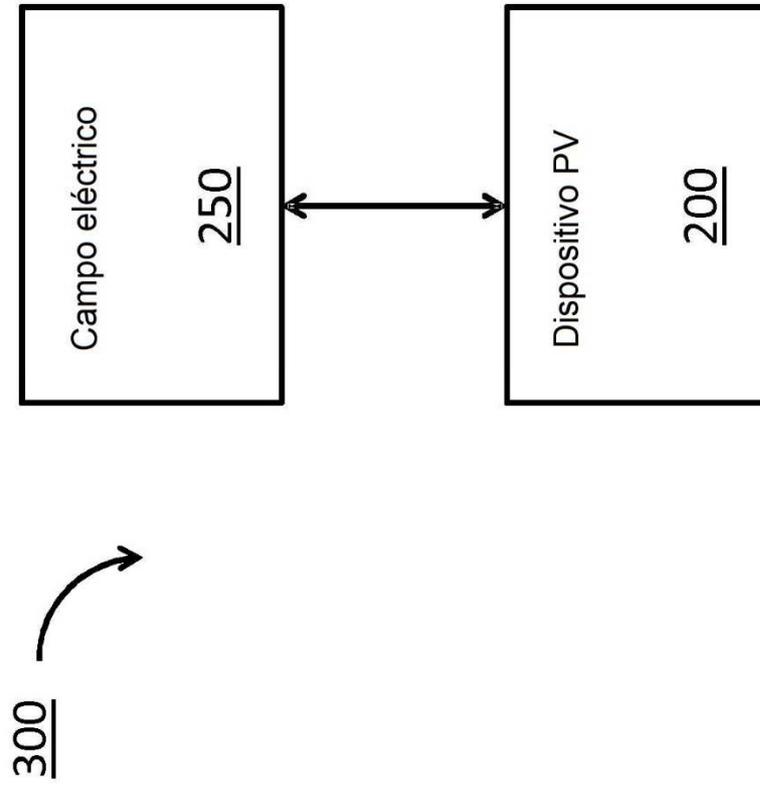


Fig. 4

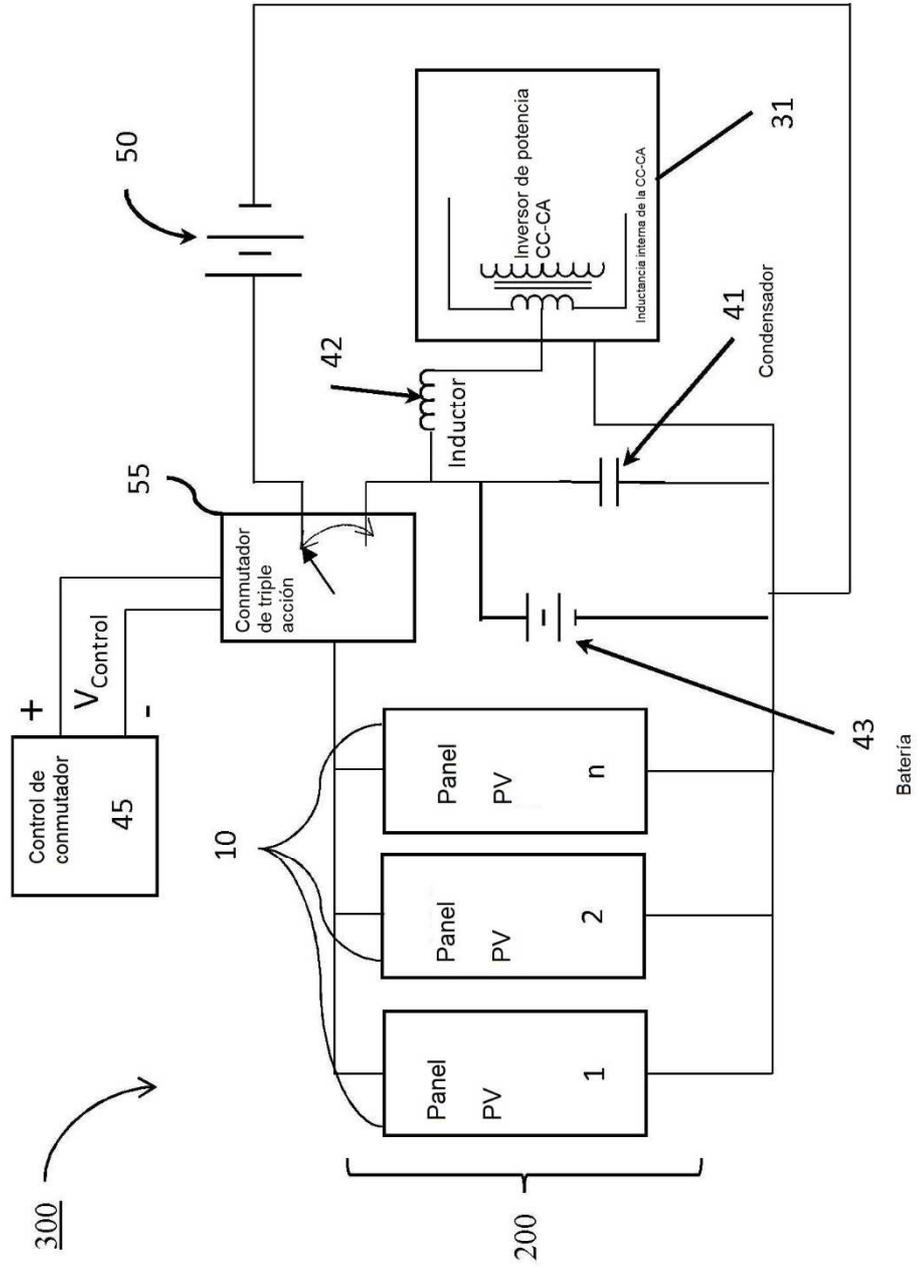


Fig. 5

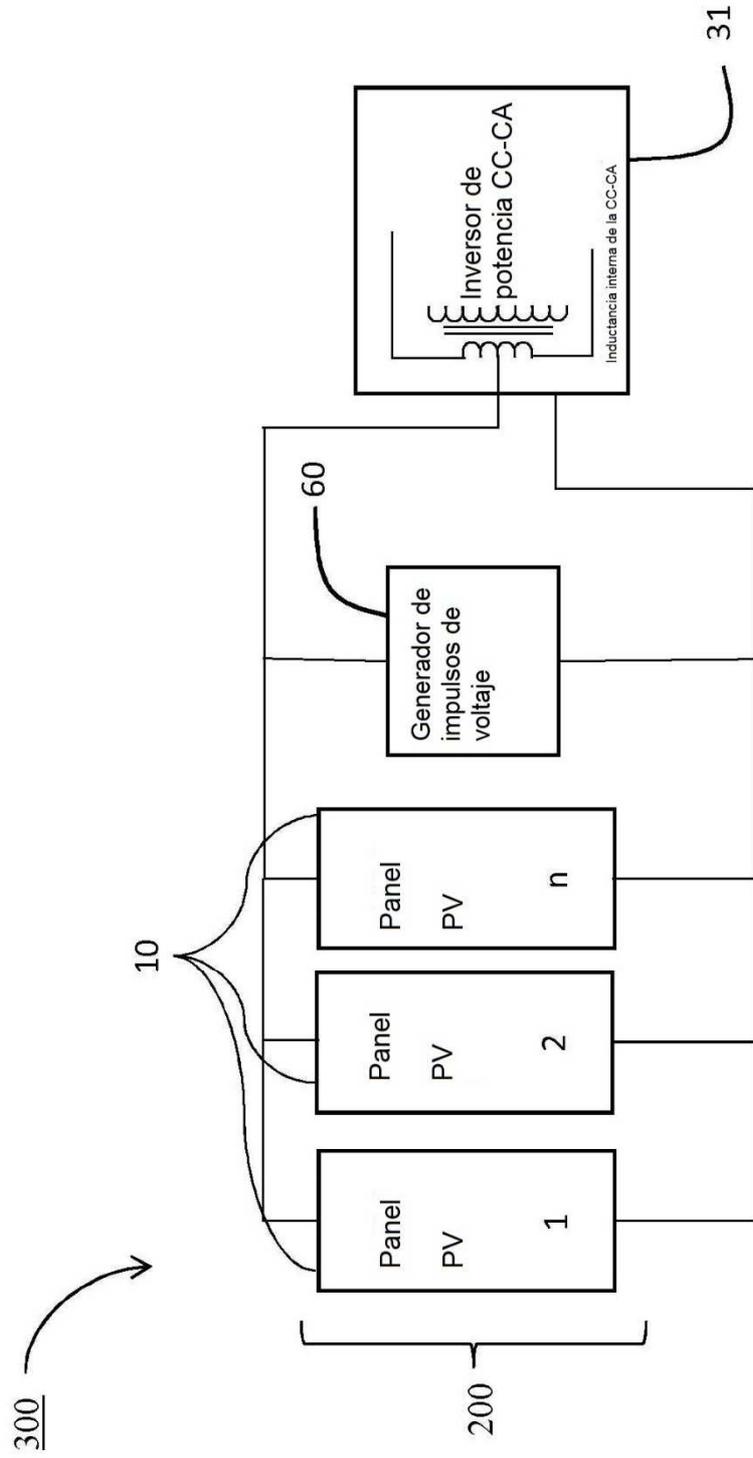


Fig. 6

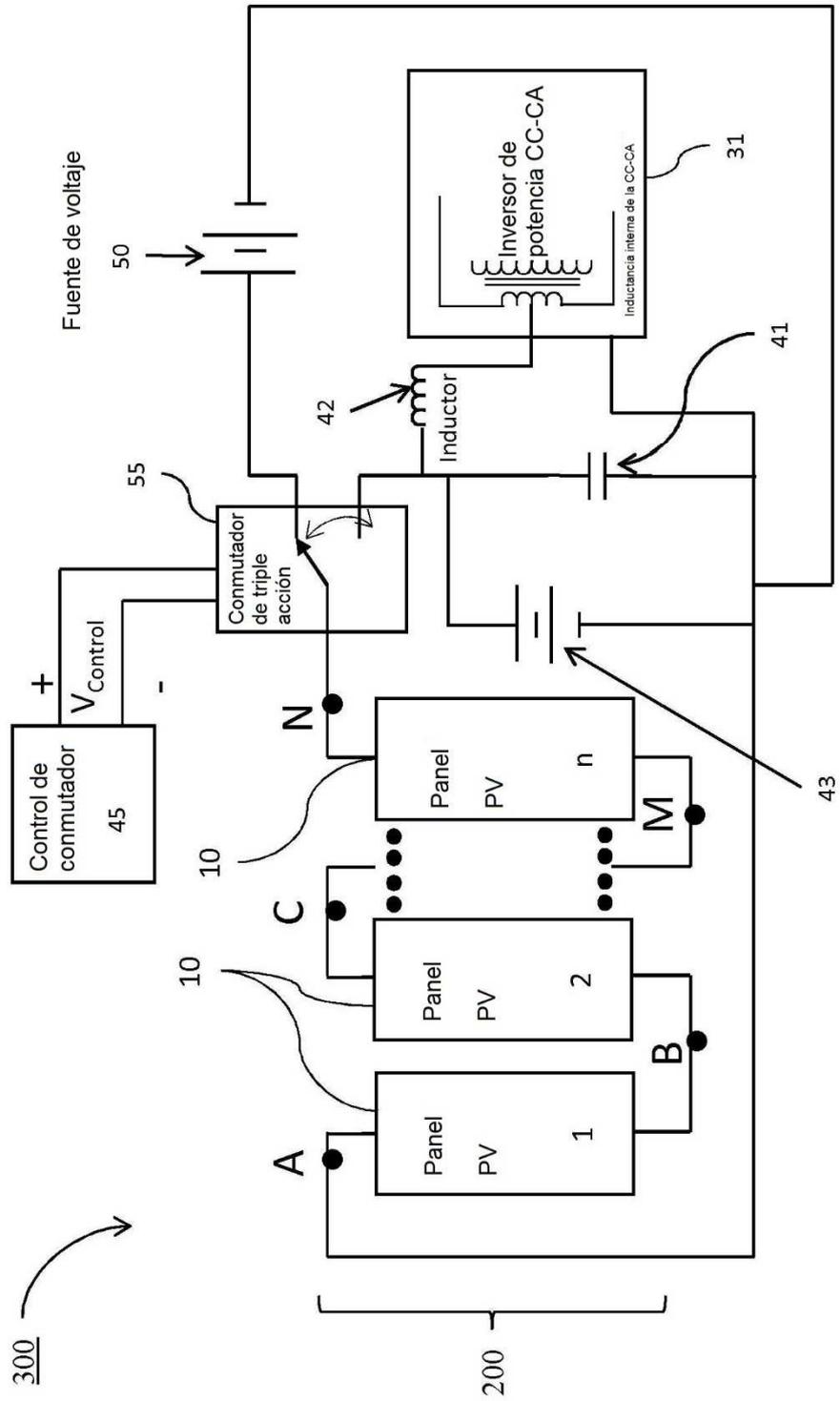


Fig. 7

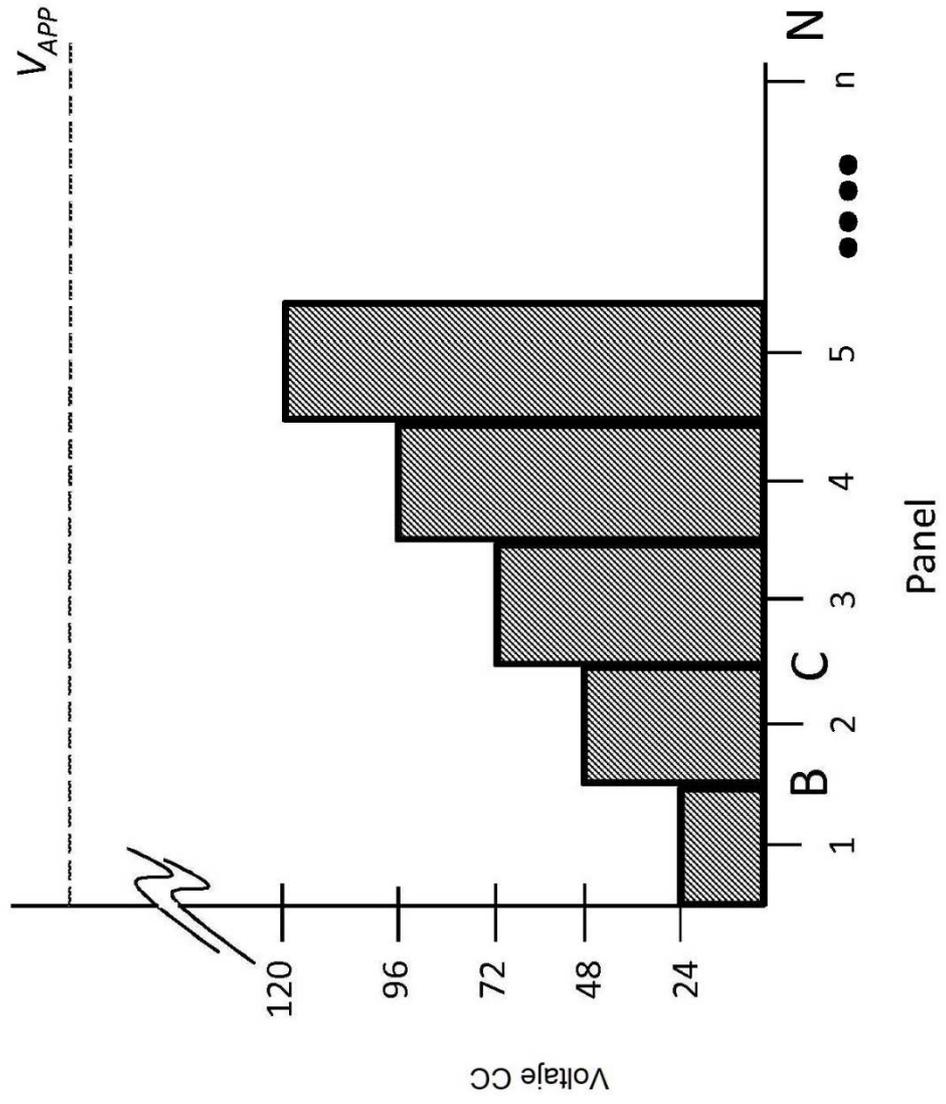


Fig. 8

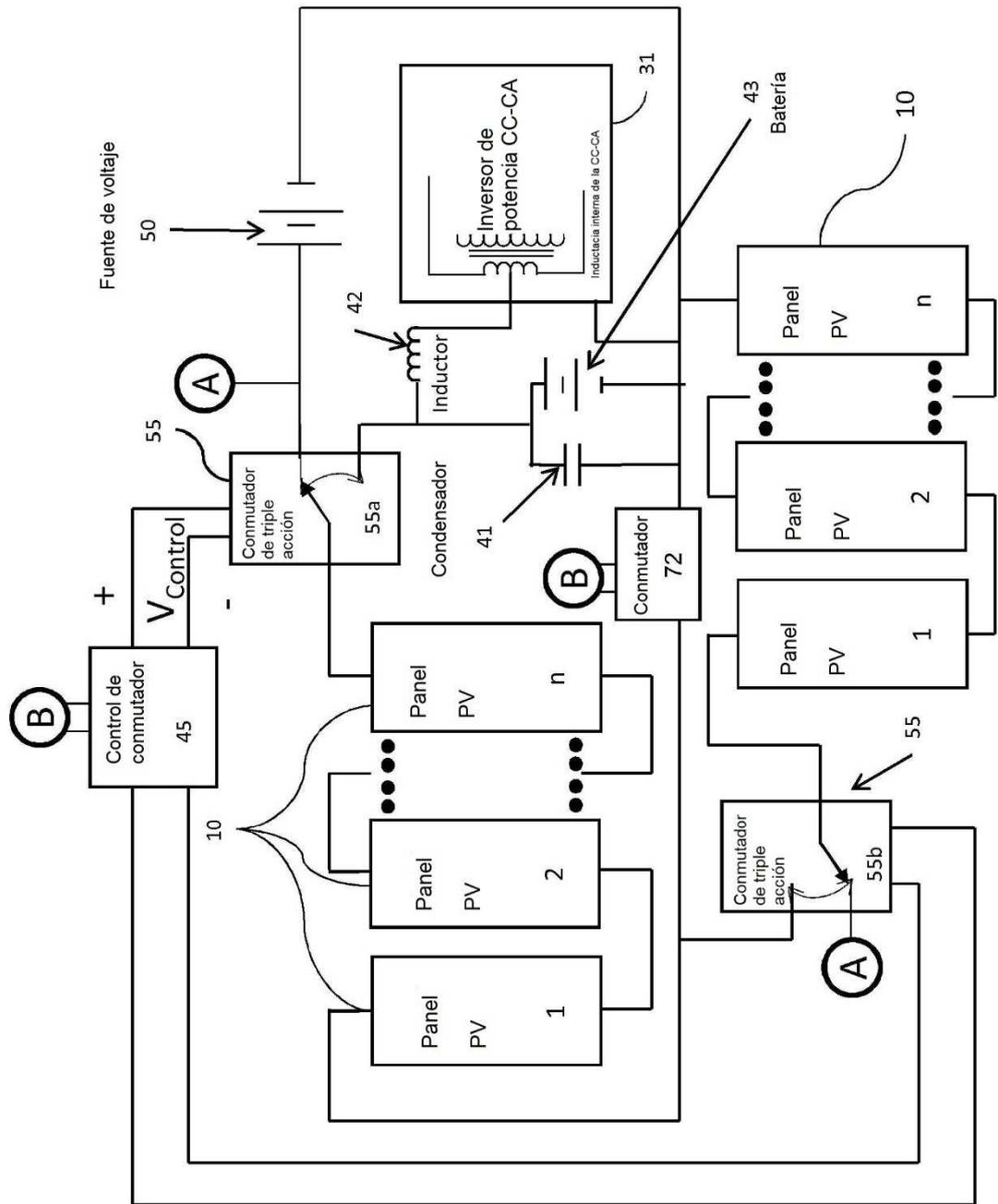


Fig. 9

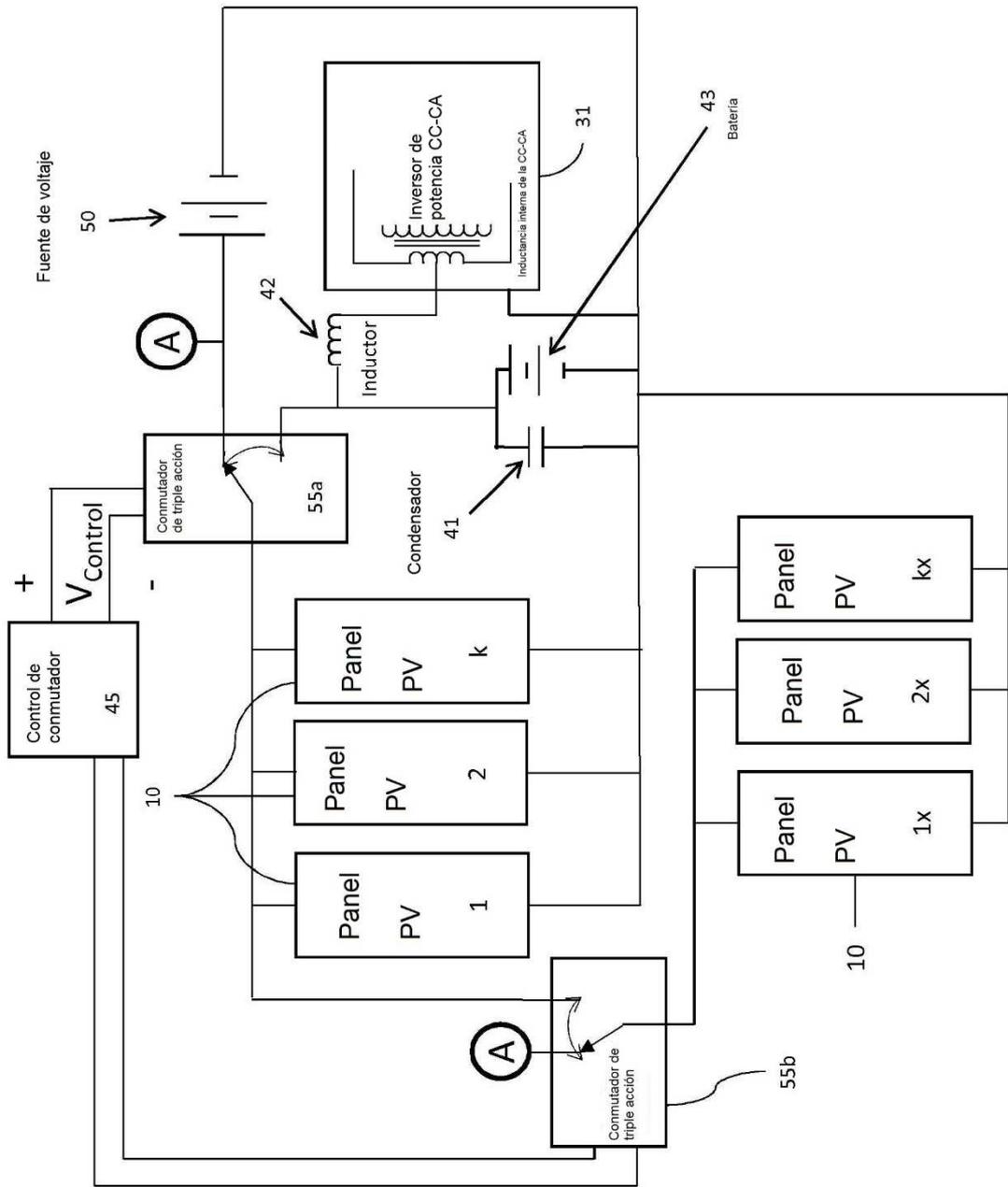


Fig. 10

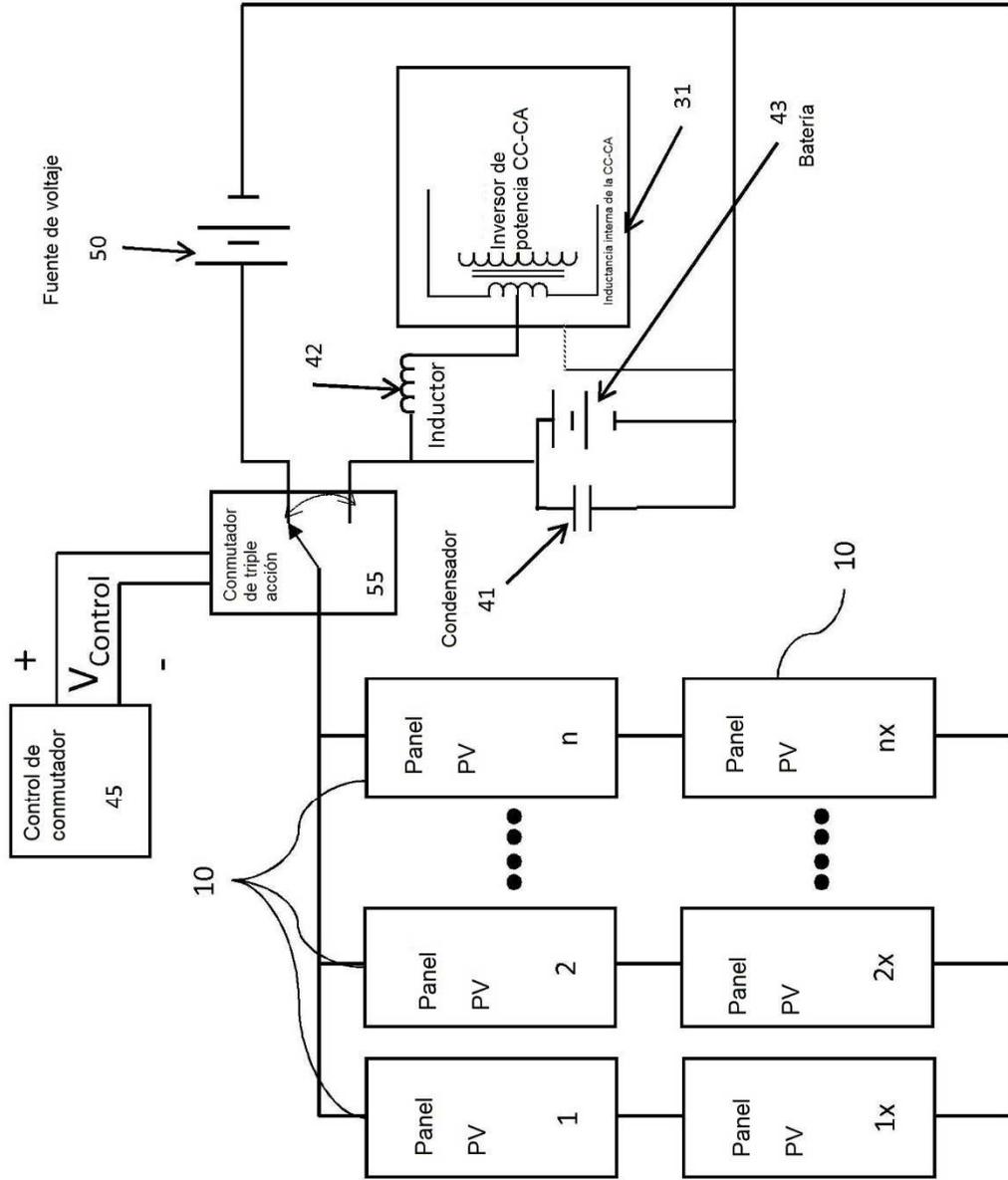


Fig. 11

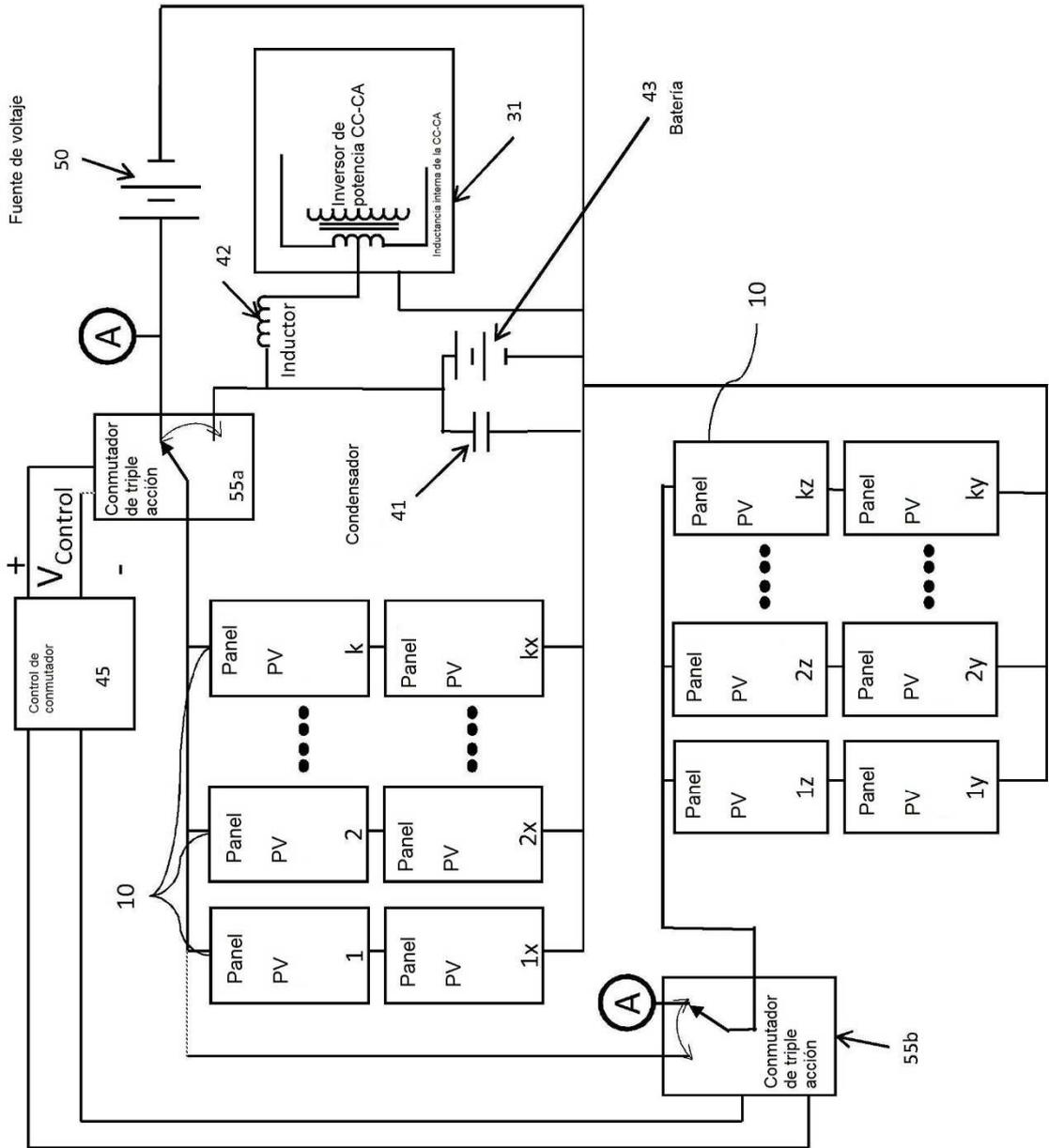


Fig. 12A

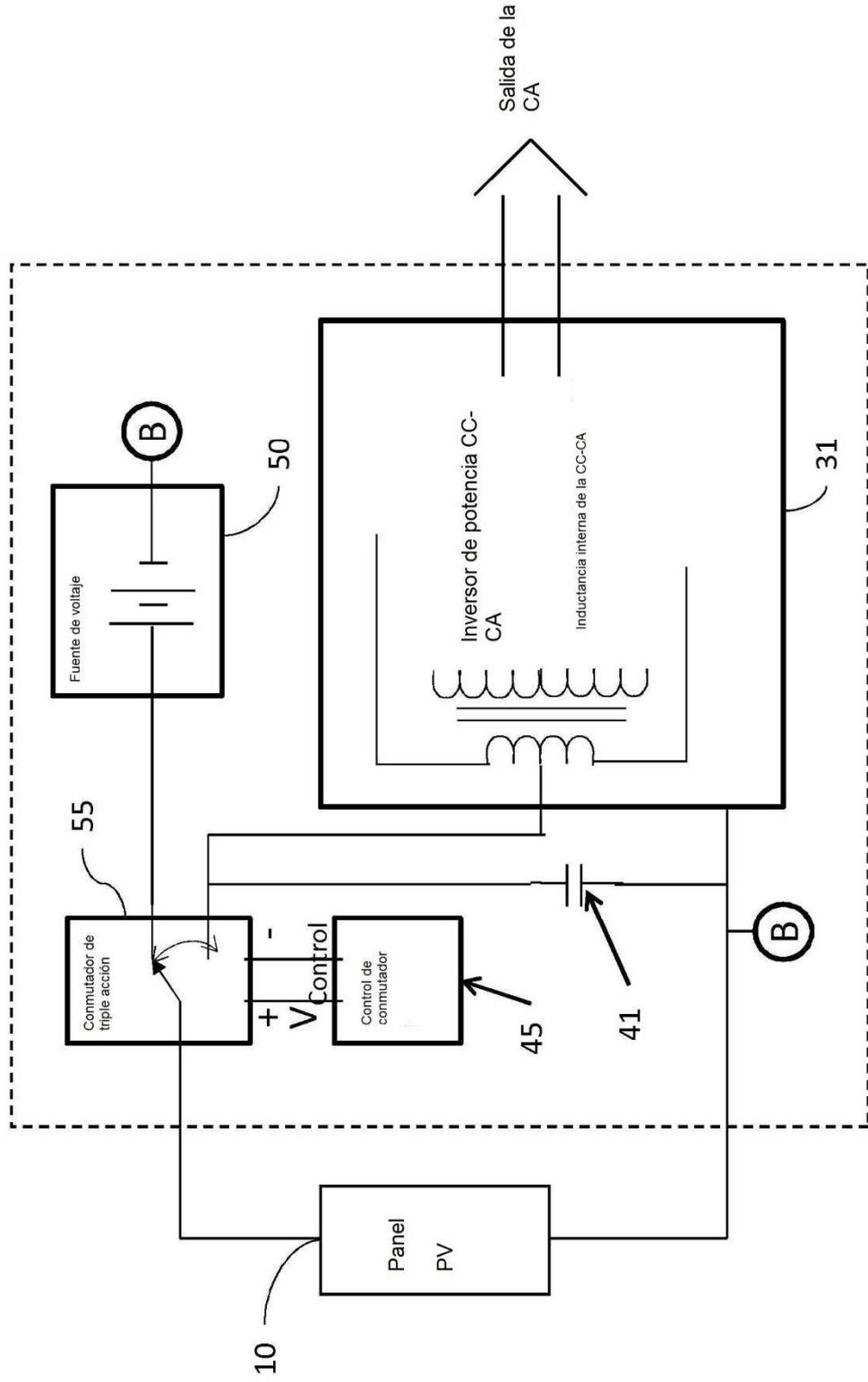


Fig. 12B

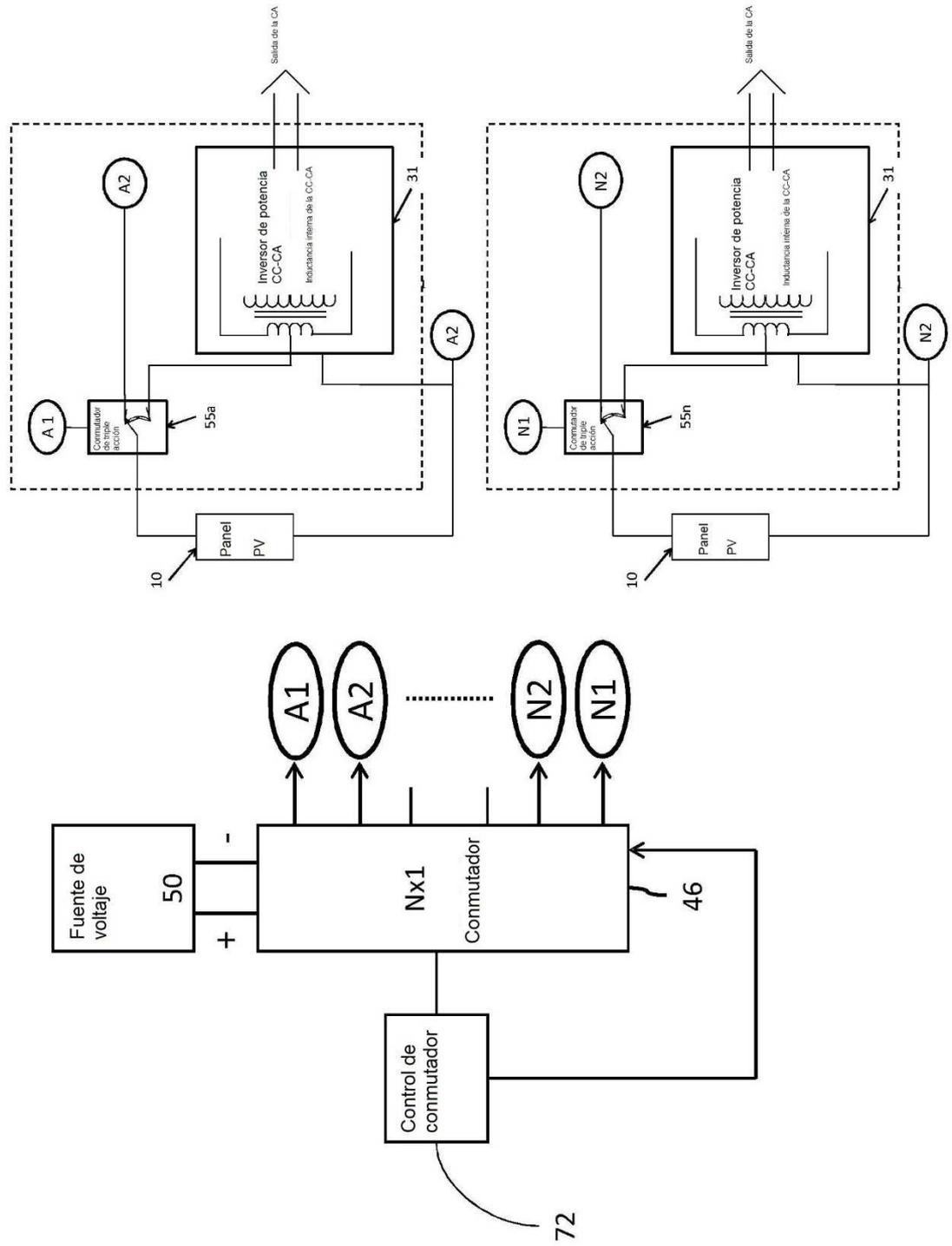


Fig. 13

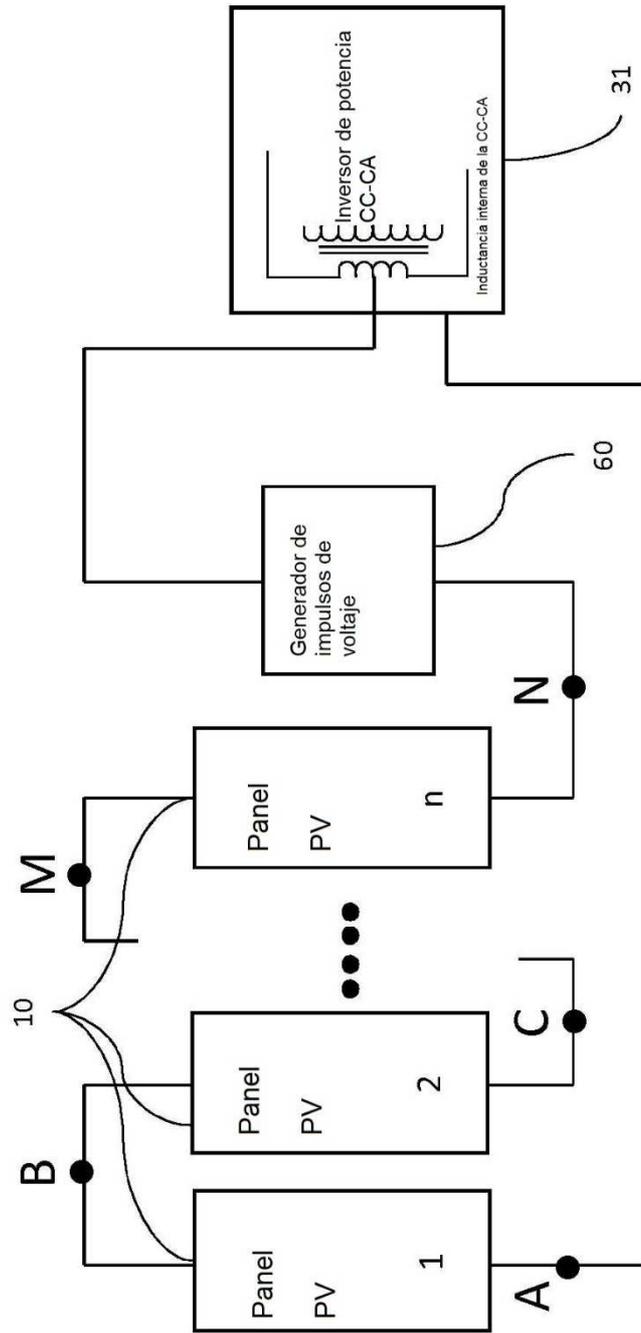


Fig. 14

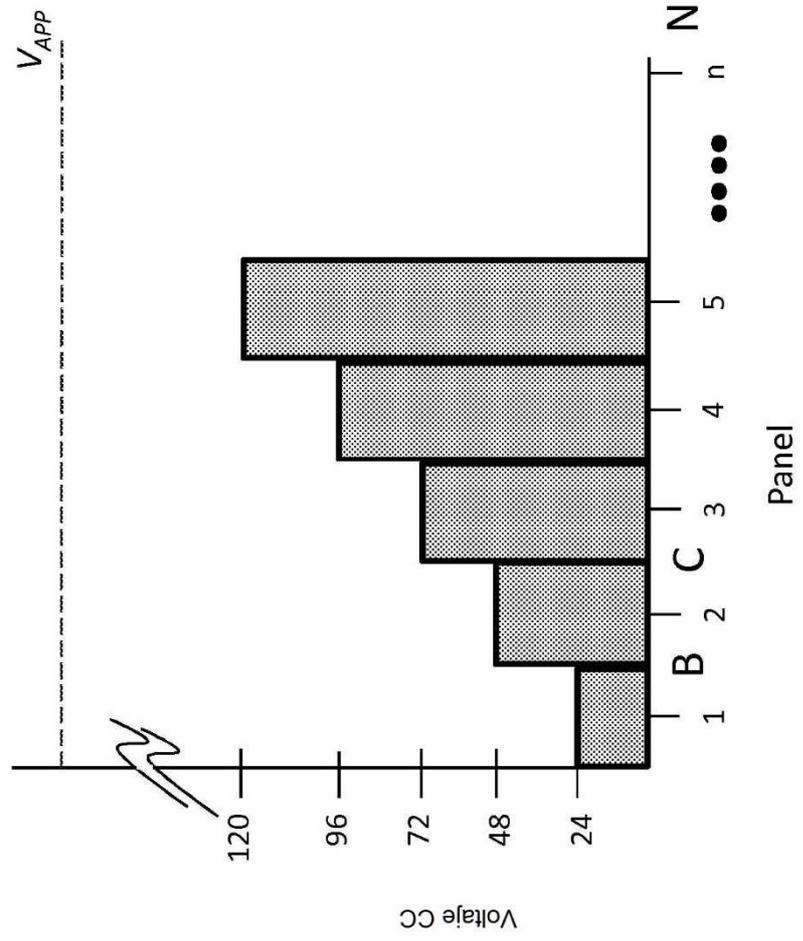


Fig. 15A

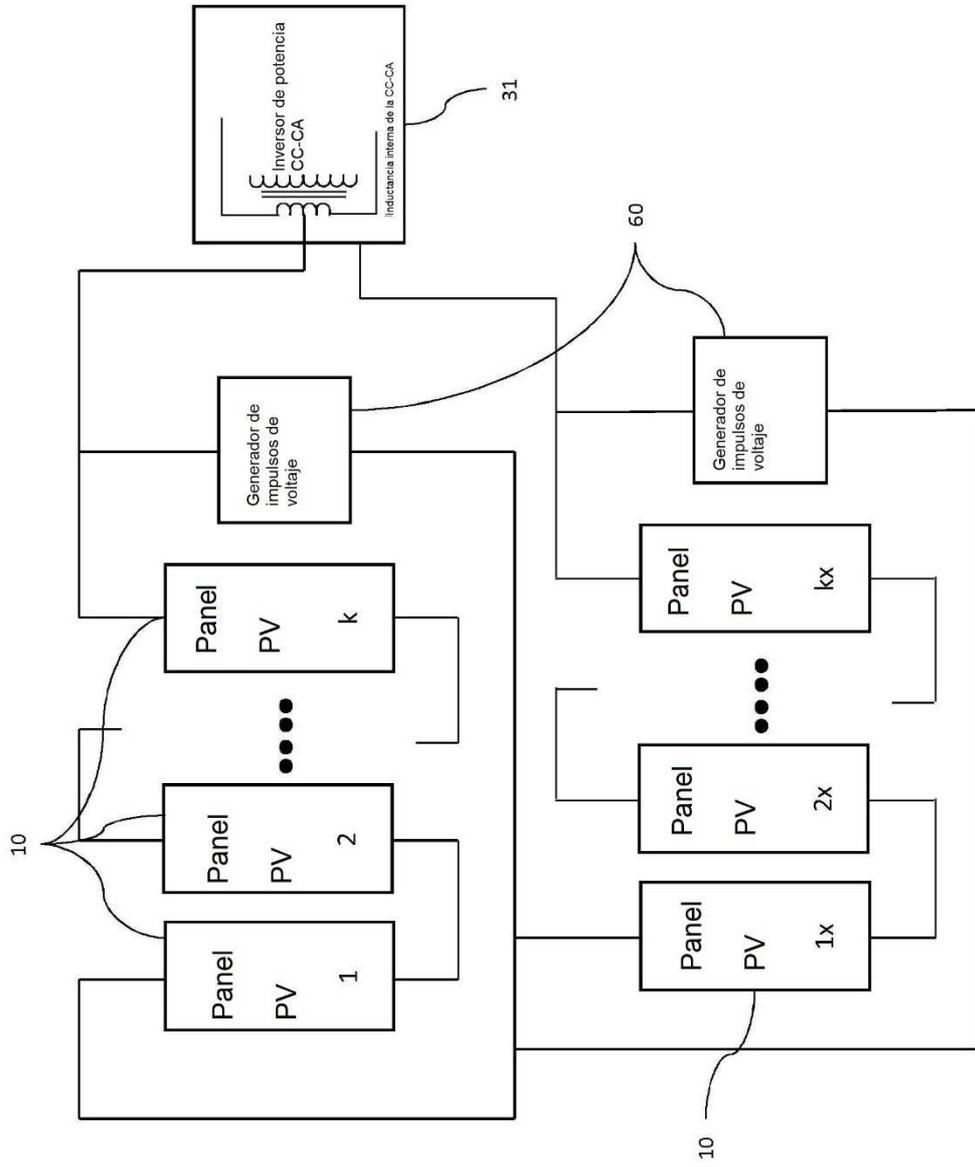


Fig. 15B

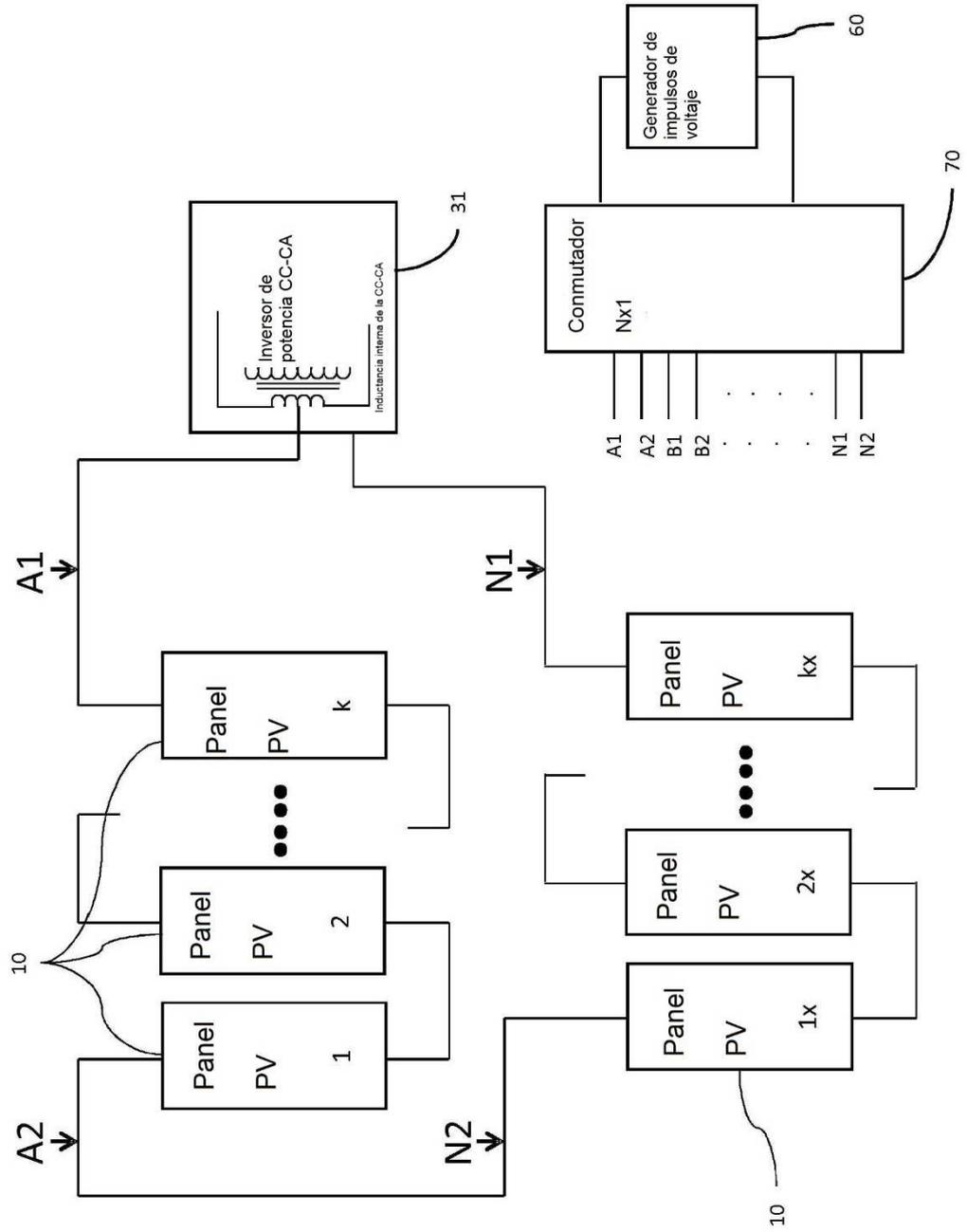


Fig. 16

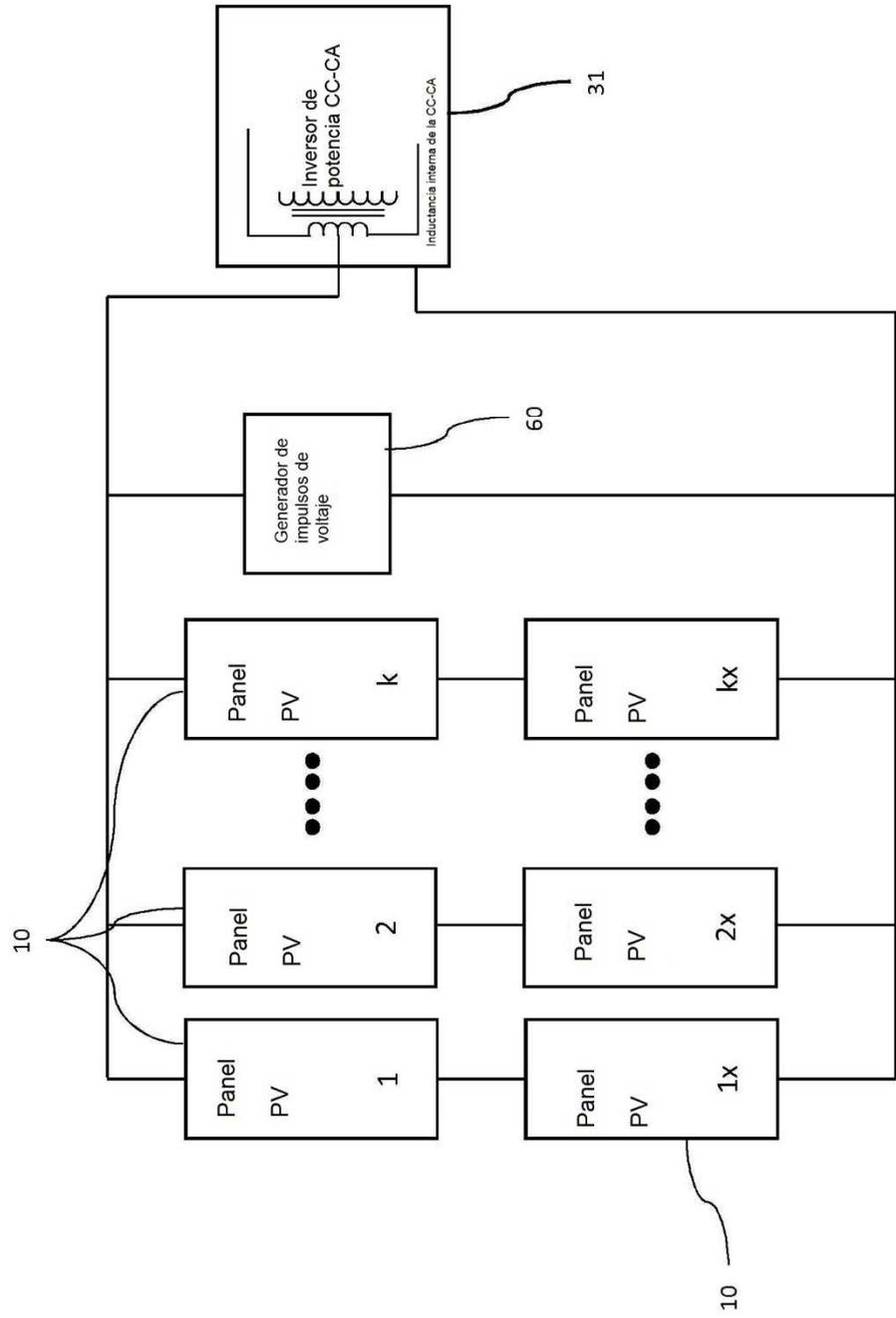


Fig. 17A

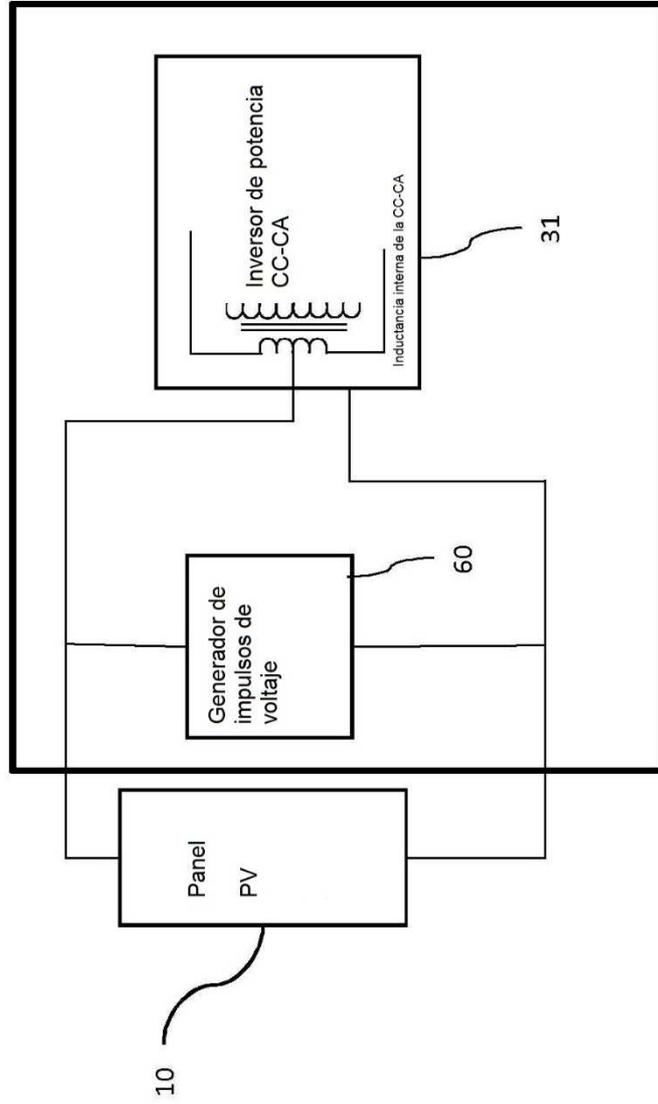


Fig. 17B

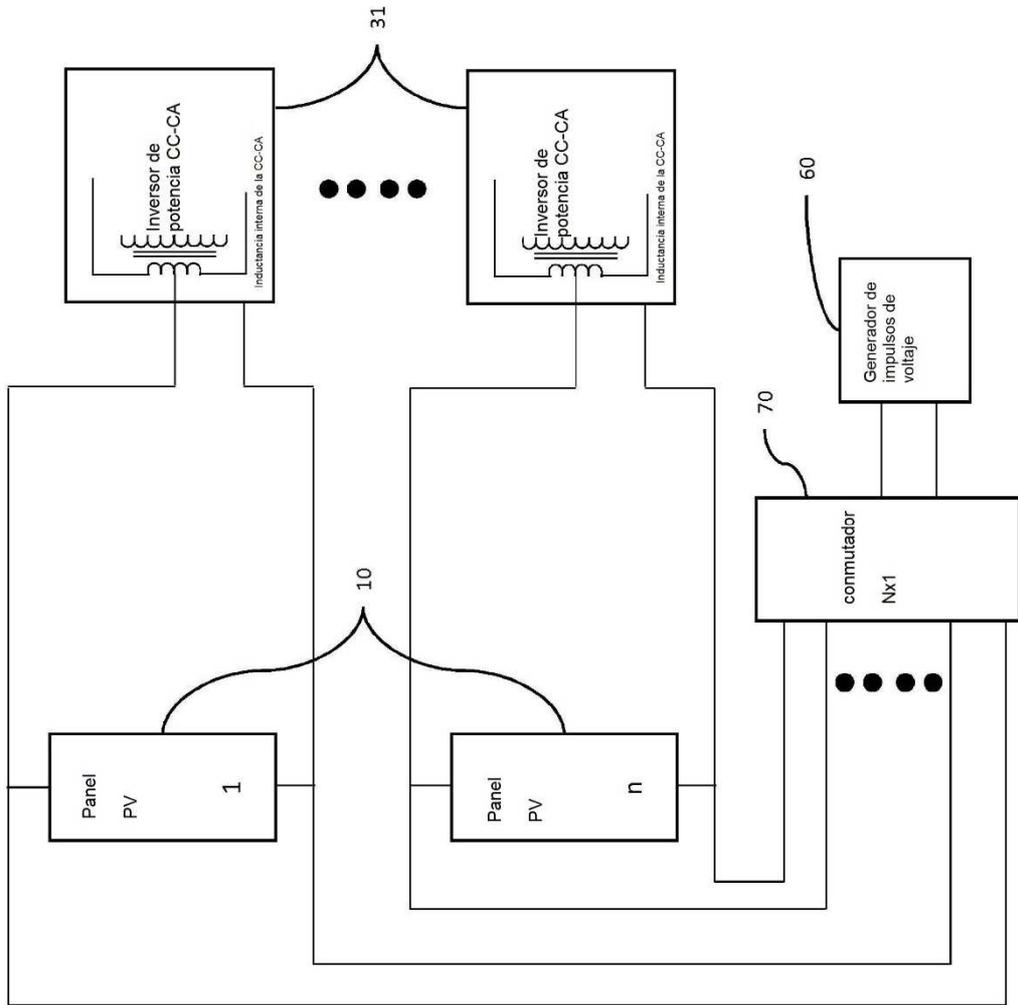


Fig. 18

