

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 577**

51 Int. Cl.:

H02J 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2012 PCT/US2012/057816**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13049501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 12836740 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2742589**

54 Título: **Sistema para combinar la energía de corriente continua desde múltiples entradas**

30 Prioridad:

30.09.2011 US 201161541206 P

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

09.12.2016

73 Titular/es:

**SOLARBOS INC. (100.0%)
310 Stealth Court
Livermore, CA 94551, US**

72 Inventor/es:

**RUSSO, PETER, R. y
SCHRIPEMA, JASON**

74 Agente/Representante:

EBRI SAMBEAT, Ana

ES 2 593 577 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 para combinar la energía de corriente continua desde múltiples entradas.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la combinación de múltiples fuentes de energía para proporcionar una única salida. Más específicamente, la presente invención se refiere a un sistema para combinar la energía generada por múltiples paneles solares o múltiples series de paneles solares.

10

Antecedentes

El uso de paneles solares para producir electricidad continúa expandiéndose cuando las personas y negocios buscan formas de reducir los costes eléctricos y emisiones de gas de invernadero. Según aumenta el uso de la energía solar, también lo hace el tamaño de las formaciones utilizadas para producir la energía solar. Con el fin de aprovechar la energía, es deseable combinar la salida eléctrica de las partes de la formación, pero es capaz de supervisar la generación de las diversas porciones para detectar si se presenta un mal funcionamiento en una determinada sección de una formación solar. Un mal funcionamiento que puede dar como resultado un daño significativo es la formación de arcos. Las formaciones solares grandes producen altas tensiones, y si existe un corto en uno de los circuitos de la formación, los cables se arquearán siempre que los paneles solares estén a la luz del sol. El arco eléctrico puede producir temperaturas extremadamente altas que pueden quemar o fundir a través del aislamiento, los conectores o armarios e iniciar incendios. El documento US2011-0121984A1 desvela un sistema para combinar la corriente continua producida por una pluralidad de elementos fotovoltaicos.

25 Resumen de la invención

La presente invención proporciona un sistema para combinar la energía de corriente continua producida por una pluralidad de elementos fotovoltaicos de acuerdo con la reivindicación 1 en el presente documento. En un aspecto, el sistema incluye un sensor para detectar la corriente de una pluralidad de fuentes fotovoltaicas y un detector de ruido para detectar el ruido en la corriente de la pluralidad de fuentes fotovoltaicas. Un controlador conectado con el sensor y el detector de ruido se configura para determinar si está presente un fallo en base a las señales del sensor y el detector de ruido. Si el controlador determina que se ha producido un fallo, el controlador puede controlar un conmutador para desconectar los elementos fotovoltaicos del circuito de salida.

35 El sistema proporciona adicionalmente un mecanismo para controlar la corriente de cada entrada eléctrica de cada circuito fuente. Más específicamente, el sistema incluye un conjunto de combinador fijado a una pluralidad de circuitos fuente fotovoltaicos que crea un circuito de salida. La salida de uno o más circuitos fuente está conectada a una barra de distribución. La barra de distribución incluye una pluralidad de dedos alargados, cada uno de los cuales está en comunicación eléctrica con la salida de al menos uno de los circuitos fuente. Un sensor adyacente a cada dedo de la barra de distribución detecta la corriente que pasa a través del dedo de la barra de distribución. El sensor proporciona una señal indicativa de la cantidad de corriente que fluye a través del dedo respectivo de la barra de distribución. El sistema incluye adicionalmente un conjunto de detección de ruido para detectar el ruido en la corriente de la barra de distribución para identificar un ruido indicativo de un fallo en uno o más de los circuitos fuente.

45

De acuerdo con otro aspecto, los sensores de corriente pueden ser sensores de efecto Hall y las señales producidas por los sensores Hall pueden usarse para medir la cantidad de corriente producida por cada circuito fuente, así como para detectar problemas en un circuito fuente, tal como un fallo de arco.

50 De acuerdo con otro aspecto, el conjunto de detección de ruido puede incluir un transformador de corriente para detectar la corriente que fluye desde la barra de distribución a un contacto de salida. El transformador de corriente puede crear una corriente en respuesta al ruido en la corriente que fluye desde la barra de distribución. El conjunto también puede incluir un contactor para desconectar la salida del conjunto de combinador en caso de detectar un fallo, interrumpiendo de esta manera el flujo de corriente en el circuito de arco.

55

Descripción de los dibujos

El anterior resumen y la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la presente invención se entenderán mejor cuando al leerse junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en planta de un sistema para combinar la energía de corriente continua;
 la figura 2 es un diagrama esquemático del sistema ilustrado en la figura 1;
 la figura 3 es un diagrama esquemático del sistema para combinar la energía de corriente continua ilustrado
 5 en la figura 1;
 la figura 4 es un diagrama esquemático del control de los conjuntos de control de corriente y detección de
 ruido del sistema para combinar la energía de corriente continua que se ilustra en la figura 1;
 la figura 5 es una vista en perspectiva fragmentada de una barra de distribución y el conjunto de control de
 corriente del conjunto de entrada positivo ilustrado en la figura 1;
 10 la figura 6 es una vista en perspectiva de la barra de distribución ilustrada en la figura 5;
 la figura 7 es un esquema de un circuito de un circuito de detección de ruido del sistema ilustrado en la
 figura 1.

Descripción detallada de la invención

15 Con referencia ahora a las figuras, un sistema para combinar la energía de corriente continua se designa en general
 como 10. El sistema 10 incluye una caja de conexiones 20 para recibir la salida de energía desde una pluralidad de
 dispositivos que producen energía, tales como paneles solares designados PV1, PV2, PV3, PV4 en la Figura 3. La
 caja de conexiones 20 incluye un armario, tal como una caja de fibra de vidrio o de acero estanca 22. Montado en la
 20 caja 22 hay un conjunto de terminales negativos 24 y un conjunto de terminales positivos 30. Los dispositivos que
 producen energía PV1-PV4 se conectan con los conjuntos de terminales positivos y negativos 24, 30 y se combinan
 para producir una única salida de CC.

Con referencia ahora a la figura 3, las características del sistema 10 se describirán en más detalle. Los elementos
 25 generadores eléctricos pueden ser cualquiera de una diversidad de dispositivos para producir electricidad. En el
 presente caso, los elementos generadores eléctricos son celdas fotovoltaicas (PV). Más específicamente, los
 elementos generadores eléctricos tienen una pluralidad de paneles solares. Cada entrada eléctrica a la caja de
 conexiones 20 puede ser desde un único panel solar. Sin embargo, en el presente caso, la salida desde una
 pluralidad de paneles solares se interconecta para proporcionar una única salida eléctrica. Estos paneles solares
 30 interconectados se denominan como una cadena. Una pluralidad de cadenas forma una formación de paneles
 solares. En la figura 3, el sistema incluye cuatro cadenas identificadas como PV1, PV2, PV3 y PV4. Sin embargo, se
 debe entender que PV1-PV4 pueden representar un único panel o múltiples paneles. Adicionalmente, aunque el
 presente sistema es particularmente adecuado para aplicaciones de energía solar, el sistema también es operable
 con elementos que no producen energía solar. En aplicaciones diferentes a las solares, PV1-PV4 representarán
 35 elementos que producen energía alternativa.

En la figura 3, la salida desde cada cadena (PV1-PV4) se conecta con el conjunto de terminales negativos 24 y el
 conjunto de terminales positivos 30. El conjunto de terminales negativos 24 comprende un bloque de terminales para
 proporcionar un conductor común para todos los conductores negativos de las cadenas. El conjunto de terminales
 40 negativos 24 incluye una pluralidad de tomas y conectores correspondientes para recibir y retener un conductor de
 una de las cadenas. Adicionalmente, el conjunto de terminales negativos 24 incluye una argolla de salida 26 para
 conectar un conductor negativo de salida del conjunto de terminales.

Ahora se describirá en más detalle el conjunto de terminales positivos 30 con referencia a las figuras 1 y 5-6. El
 45 conjunto de terminales positivos 30 incluye una barra de distribución 30 unida a una pluralidad de elementos de
 protección de sobrecorriente, tal como disyuntores o fusibles. En el presente caso, los elementos de protección de
 sobrecorriente son fusibles, cada uno de los cuales se aloja en un portafusibles 31. Las figuras 5-6 ilustran una
 realización ejemplar en la que el conjunto de terminales positivos se configura para recibir conductores desde hasta
 ocho entradas de energía (por ejemplo ocho cadenas de paneles solares PV1-PV8). El conjunto se puede configurar
 50 de manera que todos los conductores positivos se conecten al conjunto en un único lado. Sin embargo, en el
 presente caso, el conjunto proporciona una configuración de doble cara con un par de filas paralelas de portafusibles
 31. Como se analiza adicionalmente a continuación, la cara frontal de cada portafusible 31 se opone a la cara frontal
 de un portafusibles en la fila opuesta, de manera que las caras frontales de los portafusibles formen un canal entre
 las filas, conectando una barra de distribución 40 las filas de los portafusibles.

55 Cada portafusible 31 incluye una toma de cable 32 para recibir un conductor positivo de una de las entradas de
 energía (es decir, PV1-PV8). Un conector en cada portafusibles puede funcionar para retener el cable en la toma de
 cable. Por ejemplo, el conector puede ser un elemento roscado que puede funcionar para sujetar el cable para
 retenerlo en la toma. De forma similar, el portafusibles 31 también incluye una segunda toma para conectar el

portafusibles a la toma de la barra de distribución. Un segundo conector 35 para cada portafusible 31 puede funcionar para retener la barra de distribución en la segunda toma 33. En el presente caso, el segundo conector es similar al conector de cable 34, de tal manera que al roscar el conector se sujeta la barra de distribución en la segunda toma. Un portafusibles ejemplar 31 para el conjunto de terminales positivos 30 es un portafusibles hecho por Wohner con el nombre AMBUS EasySwitch pieza número 31110.

Una barra de distribución ejemplar 40 del conjunto de terminales positivos 30 se ilustra en la figura 6. La barra de distribución 40 es un elemento eléctricamente conductor, tal como cobre, aluminio u otro material altamente conductor. La barra de distribución 40 incluye un cuerpo conductor central 42 y una pluralidad de dedos alargados 44 que se proyectan lejos de la parte de cuerpo central. En el presente caso, los dedos se separan alrededor del cuerpo central para formar dos filas de dedos, sin embargo, la barra de distribución se puede configurar de manera que los dedos se extiendan desde un único lado del cuerpo central o, como alternativa, desde uno o ambos de los extremos.

En el presente caso, cada fila de dedos comprende una pluralidad de dedos generalmente paralelos separados uno del otro a lo largo de un borde del cuerpo central 42. Los dedos 44 se alargan de manera que cada dedo tenga dos porciones. La primera porción es una porción final terminal que se extiende hasta un conector de bus 33 de uno de los portafusibles. La segunda porción es una porción intermedia que se extiende entre la cara frontal 37 del portafusibles y el borde de la barra de distribución. En el presente caso, la porción intermedia del dedo tiene al menos aproximadamente 1/4 de la longitud del dedo y puede ser de al menos aproximadamente 1/3 la longitud del dedo. De esta forma, los dedos alargados pueden extenderse en el portafusibles para formar una conexión eléctrica con el portafusibles, manteniendo al mismo tiempo el cuerpo central de la barra de distribución separado del portafusibles.

Como se ha descrito anteriormente, cada dedo 44 de la barra de distribución puede configurarse para conectarse con un portafusibles, de manera que cada dedo de la barra de distribución esté en comunicación eléctrica con un conductor positivo de una de las cadenas de paneles solares. De esta forma, el cuerpo central de la barra de distribución está en comunicación eléctrica con todas las cadenas conectadas con el conjunto de terminales positivos, combinando de esta manera toda la energía producida por las cadenas unidas al conjunto.

Una argolla de salida 46 conectada eléctricamente a la barra de distribución proporciona una conexión de salida unitaria desde la barra de distribución. La argolla de salida 46 incluye una toma 47 para recibir un conductor y un conector 48, tal como un tornillo de ajuste u otro elemento roscado para retener un conductor de salida en la toma de la argolla de salida. De esta forma, un conductor de salida puede proporcionar una salida para la corriente combinada de la energía conectada al conjunto de terminales positivos de las cadenas de paneles solares. El conductor de salida positivo y el conductor de salida negativo se pueden conectar con un elemento aguas abajo en el circuito. Por ejemplo, la salida desde el combinador 20 se puede conectar con un inversor 90 como se muestra en la figura 3. El inversor 90 invierte la energía de corriente continua a corriente alterna. Aunque la salida desde la caja de conexiones 20 se puede conectar con un inversor, el sistema no se limita a un circuito en el que la salida se suministra a un inversor. Por ejemplo, la salida se puede conectar a otro combinador PV o un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como una batería o una matriz de baterías.

En el presente caso, el sistema también incluye un conjunto de control de corriente 60 para controlar la corriente que fluye al conjunto de terminales positivos y un conjunto de detección de ruido 160 para detectar un ruido indicativo de un arco en uno de los circuitos fuente. El conjunto de control de corriente 60 está operativo para detectar si hay una reducción de la corriente suministrada por una de las cadenas conectadas con el circuito. El conjunto de detección de ruido 160 está operativo para detectar un ruido indicativo de un arco.

En el presente caso, el conjunto de control 50 comprende un microprocesador para recibir señales del conjunto de detección de ruido 160 y señales del conjunto de control de corriente 60. El conjunto de control determina si las señales del conjunto de detección de ruido y el conjunto de control de corriente indican un mal funcionamiento en uno de los circuitos fuente. Si el conjunto de control determina que existe un mal funcionamiento, el controlador puede desconectar automáticamente la salida de la caja de conexiones como se analiza adicionalmente a continuación.

Adicionalmente, el conjunto de control 50 puede incluir un elemento de comunicación de datos y un conector de salida, de manera que las señales del conjunto de control puedan exportarse a un elemento de registro de datos 100. Por ejemplo, el conjunto de control puede incluir un elemento de comunicación para proporcionar una señal usando un protocolo común, tal como ModBus para comunicar los datos del sensor y/o los datos de detección de

ruido a un dispositivo remoto, tal como un registrador de datos apto para ModBus, un inversor o un contador de energía. El dispositivo remoto puede registrar y/o analizar los datos de la placa de control para determinar si los datos indican un error o un mal funcionamiento en uno o más de los elementos de entrada de energía (es decir, PV1-PV4), así como identificar cuál de los elementos de entrada debe analizarse para determinar si hay un mal funcionamiento. El dispositivo remoto puede entonces proporcionar señales o avisos al operador que indican el mal funcionamiento detectado y qué elemento o elementos de entrada de energía parecen tener un mal funcionamiento u otro problema de rendimiento.

El conjunto de control de corriente 60 puede incluir una pluralidad de sensores 64, cada uno de los cuales detecta una característica del flujo eléctrico de una de las cadenas de paneles solares. Los sensores pueden ser cualquiera de una diversidad de sensores de detección de corriente, sin embargo, en el presente caso, los sensores de detección de corriente son sensores de efecto Hall 64.

Los sensores de efecto Hall 64 pueden montarse en una placa de circuitos 62 que se sitúa adyacente a la barra de distribución 40. Los sensores 64 pueden separarse a lo largo de la placa de circuitos de manera que cada sensor se sitúe adyacente a uno de los dedos 44 de la barra de distribución. En particular, en el presente caso, los sensores 64 están separados para formar dos filas de sensores separadas entre sí una distancia sustancialmente similar a la distancia entre los dedos adyacentes 44 de la barra de distribución. De esta manera, cada sensor está próximo a uno de los dedos para detectar variaciones en la corriente en el dedo respectivo. Adicionalmente, cada sensor se sitúa más cerca del dedo de la barra de distribución respectivo 44 que está controlando que de cualquiera de los dedos de la barra de distribución restantes, o que del cuerpo central 42 de la barra de distribución.

Los sensores pueden montarse en una placa de circuitos que incluye elementos de control o elementos de procesamiento de señales que procesan las señales de los sensores 64. Sin embargo, en el presente caso, el conjunto de control 50 está conectado eléctricamente con los sensores 64 en la placa de sensores 62, de manera que el conjunto de control reciba y analice las señales de los sensores 64.

El conjunto de control 50 puede procesar las señales de los sensores 64 para detectar si la señal indica una fluctuación en la corriente de entrada (o tensión) que será indicativa de un problema con un elemento en la cadena conectada con el dedo de la barra de distribución respectivo. En otras palabras, si PV1 está conectado a un primer dedo de la barra de distribución, y el sensor 64 asociado al primer dedo detecta una corriente por debajo de un umbral predeterminado, entonces la placa de control puede procesar la señal del primer sensor y proporcionar una señal indicativa de un mal funcionamiento en la primera cadena de paneles solares. Sin embargo, como se analiza adicionalmente a continuación, la decisión de que está presente un mal funcionamiento también se basa en la detección de ruido en la línea.

Haciendo referencia a la figura 1, el conjunto de sensores 60 y el conjunto de control 50 se disponen por encima del cuerpo central 42 de la barra de distribución en el canal formado entre las dos filas de portafusibles 31. Puede disponerse una capa eléctricamente aislante fina 66 entre la barra de distribución 40 y el conjunto de sensores 60. La capa aislante aísla los sensores 64 de la corriente en el cuerpo central 42 de la barra de distribución o de la corriente que fluye a través de los dedos adyacentes 44 de la barra de distribución. La capa aislante puede formarse de una diversidad de materiales, y en el presente caso es una lámina delgada de mica. También puede usarse una lámina fina de poliéster.

El conjunto de terminales positivos 30 también puede incorporar una fuente de alimentación diseñada para utilizar la energía de la barra de distribución CC de alta tensión para operar el sistema de control de corriente 60. Específicamente, la barra de distribución puede operar en condiciones normales a una tensión de 300-600 voltios de CC con respecto al plano de tierra. La fuente de alimentación proporciona una tensión operativa para el sistema de control de corriente que es de 5, 12 o 24 voltios por debajo de la tensión de la barra de distribución. Por consiguiente, la fuente de alimentación permite que la placa de circuitos funcione a una tensión que no difiere en más de aproximadamente 24 voltios de la tensión de la barra de distribución.

En algunas aplicaciones o configuraciones, puede ser deseable tener en cuenta el ruido y/o los efectos de fondo que pueden afectar a la señal producida por los sensores de efecto Hall 64, tales como campos magnéticos producidos por los elementos adyacentes en la barra de distribución 40. Específicamente, como se ha analizado anteriormente, la barra de distribución 40 puede incluir una pluralidad de elementos separados, tales como dedos 44, cada uno de los cuales puede estar conectado con un circuito de entrada separado. Puede montarse un sensor de efecto Hall separado en cada dedo alargado para controlar la corriente que fluye desde el circuito de entrada respectivo a la barra de distribución 40. Los campos magnéticos producidos por la corriente que fluye a través de uno de los dedos

pueden producir un campo magnético que se detecta por más de uno de los sensores en el conjunto de sensores. Por ejemplo, el sensor para detectar la corriente que fluye a través del primer dedo del bus también puede detectar el campo magnético producido por la corriente que fluye a través del segundo y el tercer dedos. De hecho, en algunas configuraciones, cada sensor puede detectar algún campo magnético producido por la corriente que fluye a través de cada uno de los demás dedos.

Con el fin de evaluar la corriente que fluye a través de cada dedo, puede ser deseable compensar la señal de cada sensor para tener en cuenta la señal recibida de los dedos adyacentes u otra señal que no es indicativa de la corriente que fluye a través del dedo particular. Una manera de procesar la señal para tener en cuenta el campo producido por los dedos adyacentes, es determinar un valor de sensor inicial para cada sensor como se indica a continuación. Para un bus de N dedos, se aplica una corriente conocida al primer dedo y no se aplica ninguna corriente a ninguno de los dedos restantes. Los sensores en los dedos 2 a N se evalúan para determinar qué campo magnético se detecta en respuesta a la corriente que fluye a través del dedo 1. Después, la corriente conocida se aplica al dedo 2 y no se aplica ninguna corriente a los dedos 1 y 3 a N. Los sensores en los dedos 1 y 3-N se evalúan para determinar qué campo magnético se detecta en respuesta a la corriente que fluye a través del dedo 2. De forma similar, la corriente se aplica por separado a cada dedo, y los sensores se evalúan para cada dedo para determinar qué campo magnético se detecta en cada dedo en respuesta a la señal que fluye a cada dedo particular.

Después de aplicar la corriente conocida a cada uno de los dedos y medir el campo magnético resultante detectado por los sensores, puede determinarse el ruido de fondo que un sensor detecta, que puede compensarse al procesar la señal para el sensor. Específicamente, la señal de compensación para el ruido de fondo producido por la corriente que fluye a través de un dedo (distinta de la corriente que fluye a través del dedo que se está controlando) es proporcional a la señal detectada cuando se aplica corriente al dedo mientras que no se aplica ninguna corriente a los dedos restantes. El valor inicial para un sensor se basa en una suma de la compensación para cada dedo en el bus (diferente del dedo que se está controlando).

A modo de ejemplo, para un bus que tiene cuatro dedos F1, F2, F3, F4, la compensación C1,2 para el sensor en F1 que compensa el campo magnético producido por la corriente que fluye a través de F2, es proporcional a la señal detectada por el sensor en F1 cuando se aplica la corriente conocida a F2 y no se aplica ninguna corriente a F1 y F3-F4. De forma similar, la compensación C1,3 para el sensor en F1 que compensa el campo magnético producido por la corriente que fluye a través de F3 es proporcional a la señal detectada por el sensor en F1 cuando la corriente conocida se aplica a F3 y no se aplica ninguna corriente a F1, F2 y F4. La compensación C1,4 para el sensor en F1 que compensa el campo magnético producido por la corriente que fluye a través de F4 es proporcional a la señal detectada por el sensor en F1 cuando la corriente conocida se aplica a F4 y no se aplica ninguna corriente a F1-F3. El valor inicial es la suma de $C_{1,2} + C_{1,3} + C_{1,4}$. De esta manera, puede generarse una tabla de valores para cada dedo en base a los valores de compensación para cada dedo diferente. La tabla puede usarse para determinar el valor inicial para cada dedo.

Como se ha analizado anteriormente, una caída de la corriente entrante detectada por uno de los sensores puede ser indicativa de un mal funcionamiento en uno de los circuitos fuente. Sin embargo, la caída de corriente puede ser resultado de un evento distinto de un mal funcionamiento. Por ejemplo, una caída en la corriente puede ser resultado de una sombra repentina de un conjunto fotovoltaico. Por consiguiente, puede ser deseable incorporar una segunda función característica indicativa de un mal funcionamiento en uno de los circuitos fuente y basar la determinación de un mal funcionamiento tanto en la variación de corriente detectada por el conjunto de sensores como la segunda característica.

En el presente caso, el ruido eléctrico en la línea de los circuitos fuente puede controlarse y usarse como una segunda característica para determinar la presencia de un mal funcionamiento en uno de los circuitos fuente. Cuando se produce la formación del arco en un circuito fuente, el arco típicamente crea ruido eléctrico. Mediante el control del ruido eléctrico en el sistema, la presencia del ruido eléctrico indicativa de la formación de un arco en un circuito fuente puede usarse para detectar la presencia de un mal funcionamiento.

Haciendo referencia ahora a las figuras 1 y 7, se describirán en más detalle los detalles del conjunto de detección de ruido 160. Puede usarse una diversidad de elementos para detectar el ruido. El ruido puede detectarse por cada línea procedente de cada uno de los circuitos fuente respectivos. Sin embargo, en el presente caso, el ruido se detecta por la corriente combinada de todos los circuitos fuente. Específicamente, el conjunto de detección de ruido 160 detecta el ruido en la corriente que fluye desde la barra de distribución 40 a la argolla de salida 46.

En el presente caso, el conjunto de detección de ruido incluye un transformador de corriente anular 162 y un

conductor conectado con la barra de distribución que pasa a través del transformador de corriente. Dado que la corriente desde la barra de distribución es corriente continua, en teoría, el transformador de corriente 162 producirá poca o ninguna corriente en respuesta a la corriente que fluye del conjunto de corriente positiva. En realidad, el ruido de los diversos elementos en el sistema creará un componente de corriente alterna que inducirá una corriente del transformador de corriente 162. El ruido eléctrico creado por la formación del arco en el circuito fuente crea un ruido, que puede inducir una corriente del transformador de corriente 162. Por lo tanto, controlando la salida del transformador de corriente 162 y compensando el ruido producido por otros elementos durante un funcionamiento normal, el sistema 10 puede identificar la presencia del ruido indicativo de un mal funcionamiento, tal como la formación de arco en uno de los circuitos fuente.

10

El conjunto de detección de ruido 160 incluye elementos para procesar la corriente producida por el transformador de corriente en respuesta al ruido en la corriente de la barra de distribución 40. Haciendo referencia a la figura 7, se proporciona un esquema para el conjunto de detección de ruido. Un op-amp (amplificador operacional) de alta ganancia 164 se acopla con el transformador de corriente 162 y convierte la corriente CC en el transformador de corriente en una señal de tensión a 10 V/mA. Un op-amp buffer de ganancia unitaria 166 amortigua la señal del op-amp de alta ganancia para impedir que los filtros aguas abajo afecten a la ganancia del op-amp de alta ganancia 164. Un filtro RC de paso bajo 168 recibe la señal del segundo op-amp y elimina los transitorios de la señal. A partir del filtro de paso bajo 168, la señal se comunica a un microcontrolador que convierte la señal de una señal analógica a una señal digital. El microcontrolador puede separarse del conjunto de control 50 y la señal puede entonces comunicarse con el conjunto de control. Sin embargo, en el presente caso, la señal se comunica directamente con el conjunto de control 50, que también recibe la señal del conjunto de detección de corriente 60.

El microprocesador del conjunto de control evalúa la señal del conjunto de detección de ruido 160 para evaluar si la señal es indicativa del ruido creado por un mal funcionamiento, o si la señal representa el ruido generado por el ruido ambiente del funcionamiento normal del sistema. Pueden utilizarse una diversidad de metodologías para evaluar si una señal corresponde o no a un ruido ambiente o un ruido indicativo de un mal funcionamiento. Por ejemplo, la señal del conjunto de detección de ruido 160 puede compararse frente a un umbral para evaluar si el ruido es indicativo o no de un mal funcionamiento. En una metodología de umbral, el microprocesador muestrea la señal y evalúa si la muestra excede un umbral. Si la muestra excede el umbral, la muestra es indicativa de un mal funcionamiento, tal como la formación de arco. Si se produce un número predeterminado de muestras indicativas de un mal funcionamiento en un intervalo de tiempo predeterminado, el conjunto de control determina que el ruido es indicativo de un mal funcionamiento. Si la señal del conjunto de sensores de corriente 60 también indica una variación de corriente en uno de los circuitos fuente, entonces el controlador 50 determina que hay un mal funcionamiento en el circuito fuente y la salida del sistema puede desconectarse automáticamente como se analiza adicionalmente a continuación.

Como se ha analizado anteriormente, el microprocesador puede comparar la señal del conjunto de detección de ruido frente a un umbral para evaluar si el ruido es indicativo de un mal funcionamiento. Como alternativa, el microprocesador puede muestrear la señal un número predeterminado de f veces en un primer intervalo de tiempo y computar un valor medio para las muestras. Después, el microprocesador muestrea la señal un número predeterminado de veces en un segundo marco de tiempo y se determina la desviación absoluta media para las muestras en el segundo marco de tiempo con respecto al promedio calculado para el primer marco de tiempo. También se calcula un promedio en funcionamiento para la desviación media en ambos marcos temporales. Si la desviación media para las muestras en el segundo marco temporal es una cantidad predeterminada mayor que el promedio en funcionamiento, entonces se identifica un evento de ruido. Si el conjunto de detección de corriente 60 también indica una caída de la corriente indicativa de un arco, entonces el conjunto de control indica un mal funcionamiento y puede desconectar automáticamente la salida del sistema.

Como se ha descrito anteriormente, puede usarse una diversidad de métodos para determinar si la señal del conjunto de detección de ruido 160 es indicativa de un ruido ambiente o es indicativa de un mal funcionamiento, tal como una formación de arco, en uno de los circuitos fuente. El sistema puede configurarse para declarar un mal funcionamiento en base únicamente a un análisis de la señal de la detección de ruido. Sin embargo, en el presente sistema, el controlador hace una determinación de un mal funcionamiento basándose en la combinación de señales del conjunto de detección de ruido 160 y el conjunto de detección de corriente 60. Si únicamente uno del conjunto de detección de ruido y el conjunto de detección de corriente proporciona una señal indicativa de un mal funcionamiento, entonces el conjunto de control 50 no declara un mal funcionamiento. Sin embargo, si el conjunto de detección de ruido y el conjunto de detección de corriente proporcionan ambos una señal indicativa de un mal funcionamiento, entonces el conjunto de control 50 declara un mal funcionamiento y responde en consecuencia, tal como desconectando automáticamente la salida del sistema.

Como se ha analizado anteriormente, puede ser deseable desconectar automáticamente la salida de la caja de conexiones 20 en respuesta a una característica de la salida de uno o más de los circuitos fuente. Por consiguiente, puede colocarse un contactor 115 en el circuito entre el conjunto de terminales positivos 30 y la argolla de salida positiva. El contactor 115 comprende uno o más conmutadores normalmente abiertos, de manera que la salida la salida de la caja de conexiones 20 está normalmente apagada. Un contactor ejemplar es un contactor de la serie GX14 EPIC vendido por GIGAVAC, una empresa en Carpinteria, California. Una fuente de alimentación 120 proporciona energía el contactor que puede alimentar el contactor para cerrar el uno o más conmutadores normalmente abiertos, de manera que la corriente pueda fluir desde la caja de conexiones 20 a la red, de manera que la electricidad de los circuitos fuente pueda usarse. Si la energía para el contactor 115 procedente de la fuente de alimentación 120 se interrumpe, el contactor abre el circuito para impedir el flujo de electricidad de los circuitos fuente. El sistema 10 puede incluir un conmutador para interrumpir la energía de la fuente de alimentación al contactor. El conmutador interruptor puede incluir un actuador de accionamiento manual, y la fuente de alimentación puede estar a distancia de la caja de conexiones, de manera que el circuito entre el combinador y el inversor pueda controlarse a distancia.

La corriente de la caja de conexiones puede apagarse si se detecta un ruido indicativo de arco en la línea, y si la corriente de uno o más de los circuitos fuente está fuera de un intervalo aceptable. A modo de ejemplo, si la corriente de uno de los circuitos fuente está por debajo de un umbral, entonces la corriente reducida puede ser indicativa de un fallo en el circuito fuente. De forma similar, la variación en la corriente de un circuito fuente que excede un intervalo predeterminado dentro de un tiempo predeterminado puede ser indicativa de un arco en el circuito fuente. Adicionalmente, la detección de ruido en la línea que sea mayor que el ruido ambiente, o un ruido que tenga una característica particular, puede ser indicativo de la formación de arco en el circuito fuente. En respuesta al cambio en la corriente detectada, combinado con la detección de un ruido característico de la formación de arco, el circuito de la caja de conexiones 20 puede interrumpirse automáticamente.

En una realización, el circuito de la caja de conexiones 20 puede interrumpirse automáticamente por un relé 110 que controla la energía de la fuente de alimentación 120 a un contactor 115. El relé 110 puede controlarse automáticamente mediante una diversidad de circuitos de control. En el presente caso, el relé 110 se controla por el conjunto de control 50. Específicamente, el conjunto de control 50 puede controlar el relé en respuesta a la corriente detectada por uno o más de los sensores en el conjunto de sensores y el ruido detectado por el conjunto de detección de ruido. Más específicamente, el conjunto de control 50 puede configurarse de manera que el relé se conmute a un estado abierto en respuesta al conjunto de control que determina que la señal del transformador de corriente indica un mal funcionamiento, y la señal del conjunto de control de corriente indica un mal funcionamiento. Por ejemplo, en una aplicación en la que la caja de conexiones 20 recibe energía de una pluralidad de paneles solares, cada dedo del bus 40 está conectado a diferentes paneles o formaciones. Por lo tanto, la corriente detectada por cada sensor de efecto Hall puede diferir de la corriente detectada por los demás sensores de efecto Hall. Sin embargo, la corriente detectada por cada sensor es generalmente estable en el tiempo en condiciones operativas normales. Por el contrario, si hay un problema en uno de los circuitos fuente, tal como un fallo de arco, la corriente puede variar significativamente más que en las condiciones operativas normales. Por consiguiente, el conjunto de control de corriente puede configurarse de manera que, en respuesta a la detección de una corriente variable en uno de los dedos del bus en combinación con el sistema de detección de ruido 160, que detecta un ruido indicativo de un arco, el conjunto de control controla el relé para abrir el circuito, interrumpiendo de esta manera la energía de la caja de conexiones a la red. Más específicamente, la conmutación del relé a una condición abierta abre el circuito de la fuente de alimentación 120 al contactor 115, cortando de este modo el flujo de electricidad de la caja de conexiones a la red. En un ejemplo, si la corriente varía más de una cantidad predeterminada o porcentaje en un tiempo predeterminado, y durante ese tiempo el transformador de corriente detecta un ruido que es una cantidad predeterminada o porcentaje por encima del ruido ambiental, el conjunto de control envía una señal al relé 110 para abrir el circuito.

En la descripción anterior, el relé 110 está operativo para abrir o cerrar el circuito de la caja de conexiones a la red. Debe apreciarse que cualquier de una diversidad de conmutadores electromecánicos controlables automáticamente puede controlarse para abrir el circuito del combinador 20 a la red para interrumpir el flujo de electricidad de los circuitos fuente a la red. Adicionalmente, el relé puede ser un relé normalmente cerrado que recibe una señal del conjunto de detección de corriente para abrir en respuesta a un fallo, o un relé puede ser un relé normalmente abierto que recibe una señal del conjunto de detección de corriente para cerrar siempre que el conjunto de detección de corriente no detecte un fallo. Una vez que el conjunto de detección de corriente detecta un fallo, la señal al relé cesa y el relé abre el circuito.

- Adicionalmente, en la realización anterior, el circuito de salida se controla por un relé y un contactor que trabajan en combinación. En ciertas aplicaciones, puede ser deseable incorporar la funcionalidad de control en un componente de conmutación automática individual que se controla basándose en la retroalimentación de los sensores de corriente y el conjunto de detección de ruido. Además, aunque el circuito se describe con un único elemento de conmutación (es decir, el contactor 115) que controla la salida de todos los circuitos fuente simultáneamente, puede ser deseable controlar cada circuito fuente por separado, de manera que un circuito fuente particular pueda interrumpirse sin apagar todo el sistema 20. Específicamente, la corriente a través de cada dedo puede conectarse a través de un elemento de conmutación separado, tal como un contactor, que se controla directa o indirectamente basándose en la corriente detectada para la corriente que fluye a través del dedo particular. Por ejemplo, cada dedo puede conectarse a un relé separado, que a su vez, se conecta a un contactor separado. Si el conjunto de control detecta un fallo basándose en la corriente detectada para el dedo, el conjunto de control controla el relé asociado con el dedo, que a su vez abre la fuente de alimentación al contactor para el dedo, abriendo de esta manera el circuito del dedo. Sin embargo, ya que cada dedo tiene un contactor y un relé separados, el flujo de electricidad de los dedos resultantes no se interrumpe cuando el circuito de uno de los dedos se abre.
- En la realización en la que se usa un contactor común para abrir el circuito de la caja de conexiones a la red, un fallo detectado en uno de los circuitos fuente corta el flujo de electricidad de la caja de conexiones para todos los circuitos fuente, incluyendo los circuitos fuente que están funcionando correctamente. Por lo tanto, cuando la energía de la caja de conexiones se interrumpe, normalmente no es evidente qué circuito fuente activó el corte. Sin embargo, es deseable determinar qué circuito fuente activó el corte de manera que el circuito fuente pueda analizarse para determinar la fuente potencial del problema. A menos que el circuito fuente particular pueda identificarse, el operador puede necesitar analizar el equipo de todos los circuitos fuente, lo que aumenta significativamente el trabajo requerido para identificar el problema.
- Como se ha descrito previamente, el circuito puede incluir un registrador de datos que registra los datos relacionados con la señal detectada para cada sensor en el conjunto de sensores. El usuario puede analizar los datos registrados por el registrador de datos para cada sensor con el fin de determinar qué sensor causó el corte. Adicionalmente, el circuito puede configurarse de manera que el registrador de datos registre los datos recibidos del conjunto de detección de corriente identificando qué sensor activó el corte.
- Como se ha descrito anteriormente, el sistema se controla por un controlador que corta automáticamente el flujo de electricidad de la caja de conexiones a la red en respuesta a la detección de una corriente indicativa de un problema en uno de los circuitos fuente (es decir, indicativa de un fallo) y la detección de un ruido indicativo de un problema en uno de los circuitos fuente. En la descripción anterior, el conjunto de control 50 se describe incorporando las funciones de control para controlar el relé 110. Sin embargo, debe entenderse que puede proporcionarse un circuito de control separado del conjunto de control de corriente para controlar el relé. El control separado estará en comunicación con el conjunto de control de corriente para recibir señales correspondientes a la corriente detectada para cada dedo o señal indicativa de un fallo en la corriente detectada de uno de los sensores. Adicionalmente, el control separado estará en comunicación con el conjunto de detección de ruido para recibir una señal correspondiente a la corriente detectada del conjunto de detección de ruido o una señal indicativa de un fallo detectado por el conjunto de detección de ruido. Después, el circuito de control separado controlará el relé 110 en respuesta a la señal o señales recibidas del conjunto de detección de corriente y el conjunto de detección de ruido.
- Además de un elemento de conmutación controlable automáticamente, puede ser deseable incorporar un conmutador controlable manualmente para cortar la salida de la caja de conexiones 120. Por ejemplo, el sistema 110 puede incluir un conmutador de accionamiento manual 105 en serie con el relé 110 y la fuente de alimentación 120. El conmutador 105 se cierra durante los procedimientos de funcionamiento normales. Sin embargo, si el operador desea desconectar la salida de la caja de conexiones, el operador puede manipular manualmente el conmutador para mover el conmutador a la posición abierta. En la posición abierta, el conmutador abre el circuito desde la fuente de alimentación 120 al contactor, de manera que el contactor cambie a una condición abierta, abriendo el circuito de la caja de conexiones a la red.
- Se reconocerá por los expertos en la técnica que pueden hacerse cambios o modificaciones en las realizaciones que se han descrito anteriormente sin apartarse de los amplios conceptos inventivos de la invención. Por lo tanto, debe entenderse que esta invención no se limita a las realizaciones particulares descritas en el presente documento, sino que pretende incluir todos los cambios y modificaciones que están dentro del alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) para combinar la energía de corriente continua producida por una pluralidad de elementos fotovoltaicos (PV1-PV4), que comprende:
- 5 un armario (20);
un primer conjunto de terminales (24) para recibir un conductor de una primera polaridad de cada uno de los elementos fotovoltaicos, en el que el primer conjunto de terminales se dispone en el armario;
10 un segundo conjunto de terminales (30) para recibir un conductor de una segunda polaridad de cada uno de los elementos fotovoltaicos, en el que la segunda polaridad es opuesta a la primera polaridad, y el segundo conjunto de terminales se dispone en el armario, y en el que el segundo conjunto de terminales comprende:
- 15 una barra de distribución (40) en comunicación eléctrica con cada uno de los conductores de una segunda polaridad de los elementos fotovoltaicos, de manera que la corriente continua de los elementos fotovoltaicos se combine para formar una única corriente en la barra de distribución, en el que la barra de distribución comprende:
- 20 un cuerpo conductor central (42);
una pluralidad de dedos alargados (44) que se proyectan hacia fuera del cuerpo conductor central;
- 25 una pluralidad de elementos de protección de sobrecorriente (31), cada uno conectado a uno de los conductores de una segunda polaridad de uno de los elementos fotovoltaicos y uno de los dedos de la barra de distribución, en el que los elementos de protección de sobrecorriente son operativos para interrumpir el circuito entre la barra de distribución y el elemento fotovoltaico de producción de energía respectivo en el caso de que la corriente del elemento fotovoltaico exceda un umbral, y en el que los dedos de la barra de distribución se alargan para separar el cuerpo conductor central de la barra de distribución lejos de los elementos de protección de sobrecorriente cuando los dedos de la barra de distribución se conectan con los elementos de protección de sobrecorriente; y
30 un sensor (64) operativo para detectar variaciones en la corriente que fluye a través de uno de los dedos de la barra de distribución;
un detector (162) para detectar un ruido indicativo de un mal funcionamiento en uno de los elementos fotovoltaicos;
35 un controlador (50) conectado con el sensor y el detector, en el que el controlador está operativo para declarar un mal funcionamiento en respuesta a una señal del sensor indicativa de un mal funcionamiento, y una señal del detector indicativa de un mal funcionamiento.
2. El sistema de la reivindicación 1, que comprende un inversor (90) para recibir la energía combinada del primer conjunto de terminales y el segundo conjunto de terminales, y convertir la corriente de corriente continua a corriente alterna.
3. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que en respuesta a la declaración de un mal funcionamiento, el controlador está operativo para controlar un elemento (115) para desconectar el segundo
45 conjunto de terminales de una salida para desconectar la salida de los elementos fotovoltaicos.
4. El sistema de la reivindicación 1, que incluye un elemento de conmutación automáticamente controlable (115) para controlar el flujo de electricidad de la barra de distribución en el que el elemento de conmutación es un contactor normalmente abierto.
- 50 5. El sistema de la reivindicación 4, en el que en sensor comprende un sensor de efecto Hall.
6. El sistema de la reivindicación 5, que comprende una pluralidad de dichos sensores, en el que la pluralidad de dedos alargados (44) están separados entre sí, en el que cada dedo alargado está conectado con una diferente de una pluralidad de circuitos fuente para administrar energía a partir de los elementos fotovoltaicos y un sensor separado se monta adyacente a cada dedo alargado.
- 55 7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en el que el detector para detectar ruido comprende un transformador de corriente.

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el transformador de corriente circunscribe un conductor eléctricamente conectado con la barra de distribución.
- 5 9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 4-8, en el que el elemento de conmutación comprende un relé o un contactor.
10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el elemento de conmutación comprende un relé y un contactor.
- 10 11. Un método que emplea el sistema que se ha mencionado en la reivindicación 1 para combinar la energía de corriente continua producida por una pluralidad de elementos fotovoltaicos (PV1-4), que comprende:
- 15 conectar una pluralidad de circuitos fuente a un conductor común (40),
en el que los circuitos fuente proporcionan cada uno una corriente eléctrica;
detectar la corriente de cada circuito fuente;
detectar el ruido en la corriente en el conductor común;
controlar automáticamente un elemento de conmutación (115) en respuesta a la etapa de detectar la corriente detectada y la etapa de detectar un ruido, en el que la etapa de controlar automáticamente el elemento de conmutación está operativa para controlar el elemento de conmutación para abrir el
- 20 conmutador con el fin de interrumpir el flujo de electricidad del conductor común en respuesta a la etapa de detectar un ruido indicativo de un fallo en uno de los circuitos fuente que administra energía procedente de uno o más elementos fotovoltaicos, y la etapa de detectar la corriente de cada circuito fuente que detecta una corriente indicativa de un fallo en uno de los circuitos fuente.
- 25 12. El método de la reivindicación 11, en el que la etapa de detectar un ruido comprende detectar un ruido en la corriente que fluye a través de un transformador de corriente (162).
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-12, que comprende la etapa de conectar el transformador de corriente de manera que el transformador de corriente circunscribe un conductor eléctricamente
- 30 conectado con el conductor común.
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el elemento de conmutación comprende un relé o un contactor, y el método comprende controlar automáticamente el relé o el contactor.
- 35 15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el elemento de conmutación comprende un relé y un contactor, y el método comprende controlar automáticamente tanto el relé como el contactor.

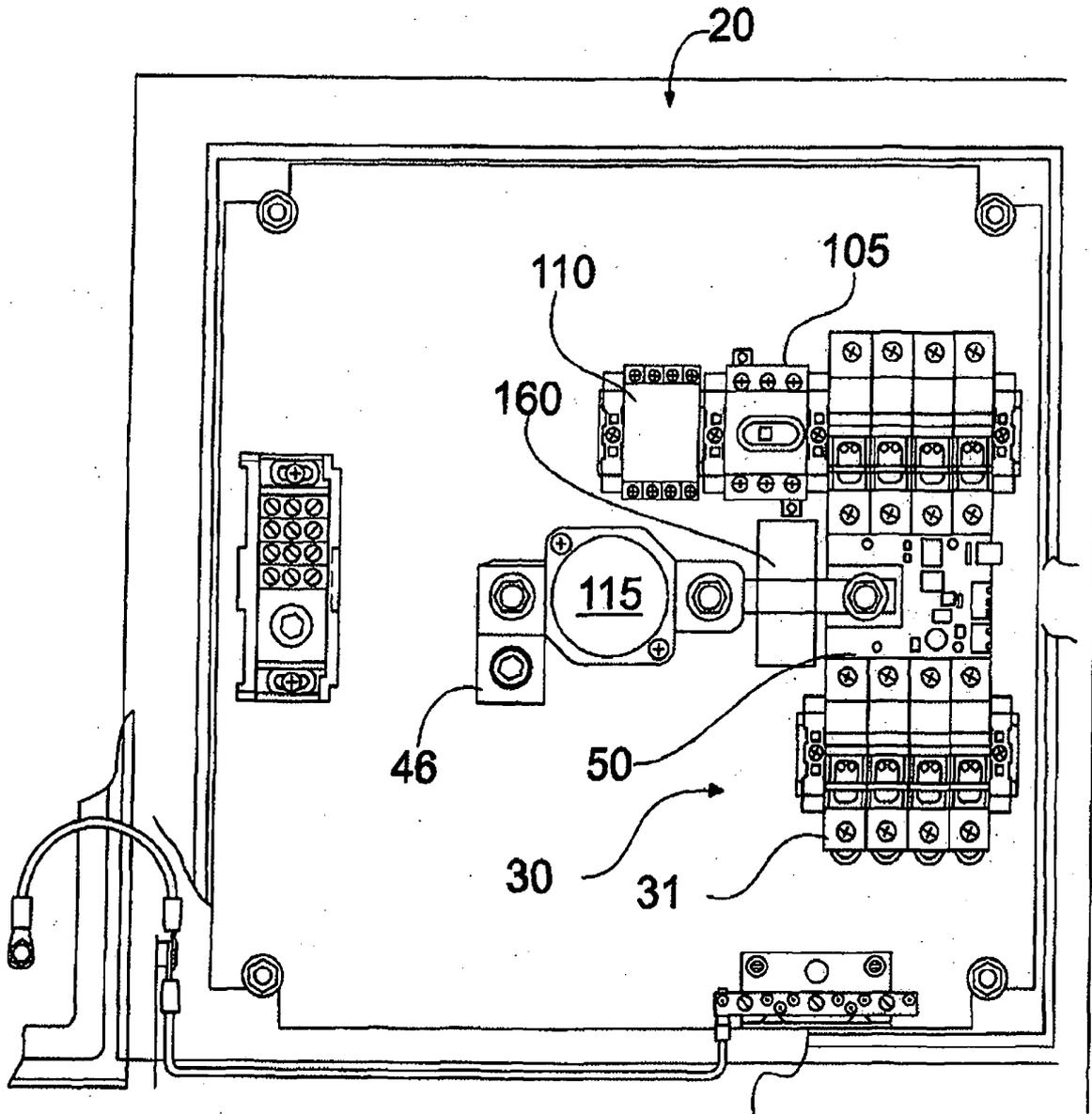


Fig.1

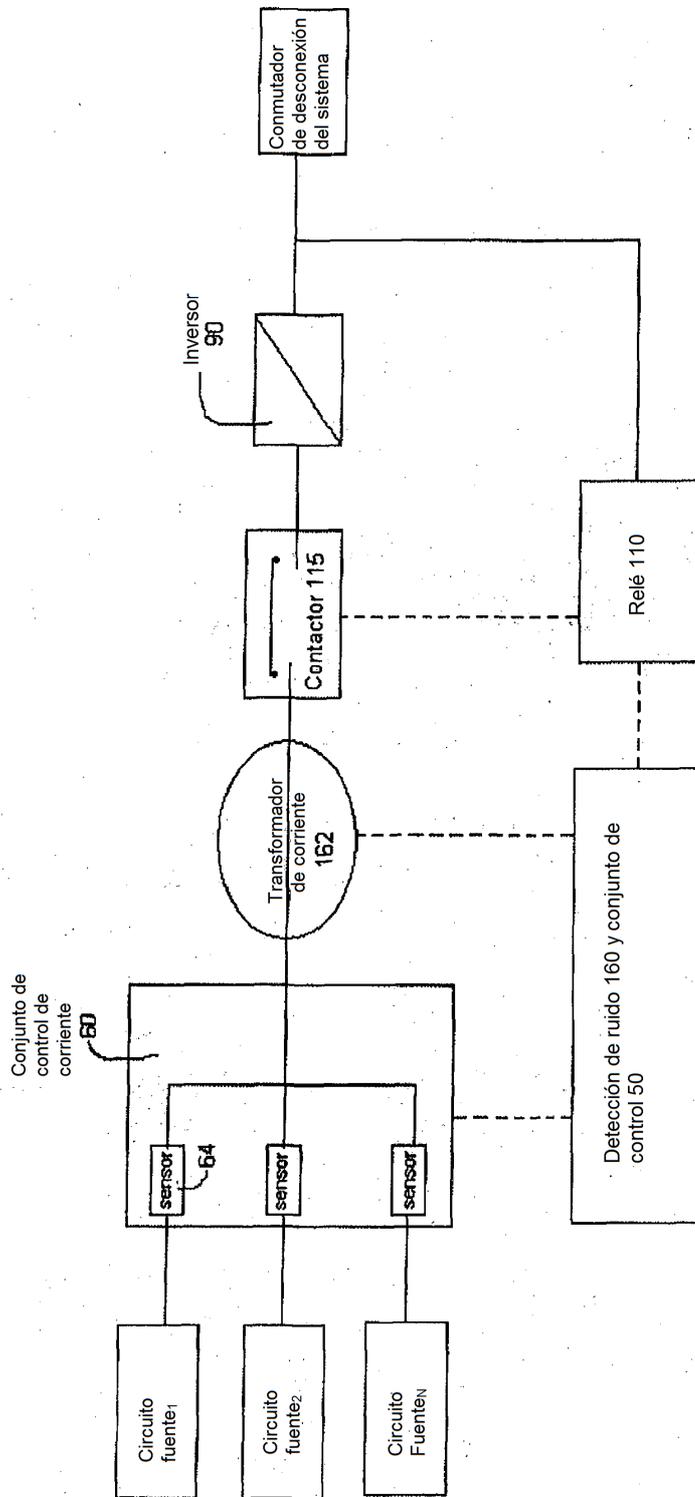


FIG. 2

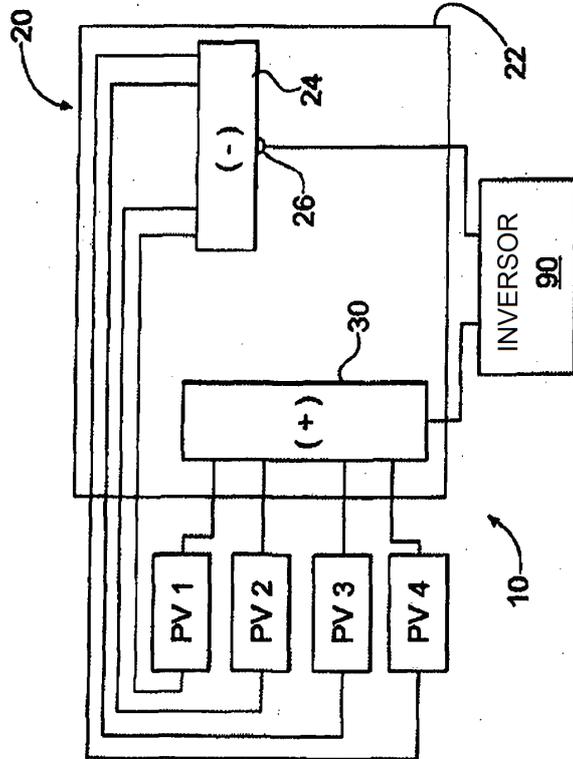


Fig. 3

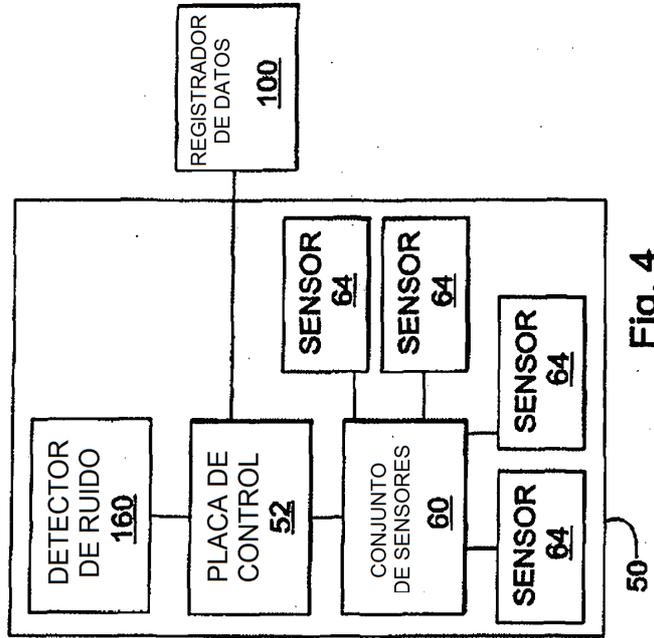


Fig. 4

