

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 695**

51 Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)

G01R 31/04 (2006.01)

G01R 31/36 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2009 E 09155534 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 2230529**

54 Título: **Sistema de células de potencia con medios para detectar una discontinuidad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2013

73 Titular/es:

**VITO NV (100.0%)
BOERETANG 200
2400 MOL, BE**

72 Inventor/es:

COENEN, PETER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 395 695 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de células de potencia con medios para detectar una discontinuidad.

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere al campo de las células de potencia eléctricas, como los sistemas de células de combustible o sistemas de baterías, y a medios para monitorizar las células de potencia y medios para detectar una discontinuidad en los medios de monitorización, especialmente para detectar un circuito abierto en un conductor o cable de los medios de monitorización.

Antecedentes de la invención

- 10 En general, los sistemas de alimentación de potencia DC como células de combustible o baterías sólo tienen una baja diferencia de tensión por célula. Esto significa que las baterías o células frecuentemente se conectan en serie para obtener un voltaje de trabajo útil. Es normal utilizar alguna forma de circuito de monitorización para tales células en cadena o escalonadas.

- 15 Una célula de combustible es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica y que funciona como sigue: un combustible en el lado del ánodo y un oxidante en el lado del cátodo reaccionan en presencia de un electrolito, generando una diferencia de carga entre el lado del ánodo y el lado del cátodo. Se puede conectar entonces un aparato por medio de cables o conductores al lado del ánodo y al lado del cátodo. Un sistema de células de combustible comprende varias, al menos dos células de combustible, donde cada célula de combustible está conectada a la célula de combustible adyacente en serie. En función del voltaje necesario, se puede conectar un aparato varias células de combustible conectadas en serie para proporcionar el voltaje adecuado. En caso de una discontinuidad en el suministro de electricidad, el voltaje aplicado al aparato desciende y por tanto se afecta a la función del aparato. Aún peor, puede suministrarse combustible a una célula de combustible incluso aunque no esté funcionando correctamente. Como el combustible no se consume, existe el peligro de que se emita al ambiente.

- 20 Una de las soluciones para este problema es un monitor de voltaje de célula (MVC), que está disponible comercialmente. Es necesario conectar cada una de las células de combustible al MVC por separado.

- 25 El MVC detecta una desviación del voltaje de una célula de combustible a partir de un voltaje medio de un sistema de células de combustible y toma acciones, como la notificación del voltaje actual o un apagado del sistema de células de combustible. Durante el arranque y apagado el voltaje de una célula de combustible puede bajar por debajo del valor de 0 V, lo que significa que el MVC debe ser capaz de detectar entre estados transitorios de células de combustible, un fallo del MVC o de una célula de combustible. Por tanto, es necesaria una comprobación de los conductores o cables del MVC.

- 30 Soluciones convencionales de la técnica anterior se muestran, por ejemplo, en el documento JP 2006/153758, que propone un sistema de células de combustible que comprende cuatro grupos de células de combustible con dos células de combustible en cada grupo de células de combustible, que están conectados según una conexión en serie que comprende un cable conectado a cada célula de combustible. Cada uno de los cables se dirige a un filtro paso-bajo, que está conectado a tierra y que recibe electricidad a través de un medio de alimentación separado. Como cada uno de los filtros paso bajo está dotado de un medio de alimentación de voltaje separado, se requieren dos interruptores para cargar y descargas la capacitancia de los filtros paso-bajo, lo que hace que la comprobación de conectividad sea cara y compleja.

- 35 US 6255826 describe las características del preámbulo de la reivindicación 1.

- 40 US 2007/0196707 A1 propone un sistema de células de combustible que está dividido en varias porciones de células de combustible. Se realiza una comprobación de las conexiones por medio de la medida del voltaje de cada porción de célula de combustible en comparación con una tierra, y amplificando el voltaje medido por medio de dos filtros paso-banda hacia una unidad de procesamiento de señal. El voltaje a través de la porción de célula de carga se compara entonces con un voltaje principal del sistema de células de combustible, donde una desviación es una indicación de una discontinuidad del suministro de electricidad. Una desventaja de esta realización es que sólo se puede medir el voltaje de una porción de célula de combustible en comparación con tierra y no el voltaje de una célula de combustible simple, lo que dificulta la localización de la discontinuidad en uno de los cables.

- 45 US 2008/0143298 describe la detección de anomalías, incluyendo roturas de líneas en células conectadas en serie.

Compendio de la invención

50 Un objeto de la invención es proporcionar un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.

En una realización se proporciona un sistema de células de potencia, por ejemplo un sistema de células de combustible, que comprende una pluralidad de células de potencia, por ejemplo células de combustible y una

5 pluralidad de primeras resistencias, estando la pluralidad de células de potencia y las primeras resistencias conectadas según un circuito en escalera, y filtros electrónicos que tienen cada uno una primera conexión a un primer nodo entre dos de las primeras resistencias, comprendiendo cada filtro electrónico una segunda resistencia y un dispositivo de almacenamiento de carga conectado a la segunda resistencia. Las resistencias pueden ser resistores, un circuito resistor, u otros tipos de resistores, como transistores conectados por diodos. Las resistencias pueden estar conectadas en una red de resistores shunt En otra realización, cada uno de los filtros electrónicos está conectado también a través de una segunda conexión a su filtro electrónico adyacente. La conexión de cada filtro electrónico al filtro adyacente hace que los filtros electrónicos del sistema de células de combustible trabajen sin medios de alimentación separados, ya que cada uno de los filtros electrónicos está conectado a su propia célula de potencia, por ejemplo, célula de combustible. Se deduce de ello que de acuerdo con cada filtro electrónico sólo es necesario un interruptor, lo que hace que el sistema de células de combustible sea más simple y más económico.

Las células de potencia pueden ser células de combustible, baterías o células de combustible, por ejemplo. Las células de baterías pueden ser células electrolíticas. El dispositivo de almacenamiento de carga puede ser un condensador, una red o circuito de condensadores, u otro dispositivo de almacenamiento de carga.

15 Preferiblemente, cada uno de los filtros electrónicos es un filtro paso-bajo. Un filtro paso-bajo tiene la ventaja de que no presenta influencia sobre una corriente directa, que es el caso para una célula de combustible, y filtra la porción de alta frecuencia de los cambios de voltaje, lo que se puede utilizar para llevar a cabo comprobaciones de conectividad.

20 Cada filtro electrónico está conectado a una primera resistencia o resistencia de entrada, y como cada una de las resistencias de entrada es un resistor shunt de entrada para la conexión en la célula de potencia correspondiente, por ejemplo célula de combustible, y para limitar el voltaje de salida de cada célula de potencia, por ejemplo, célula de combustible, las células de combustible nunca quedan en circuito abierto. Una corriente eléctrica permanente que fluye a través de cada célula de combustible durante el funcionamiento limita la corrosión en células de combustible PEM. Otra ventaja es que una resistencia de entrada ayuda a detectar la discontinuidad en la alimentación eléctrica.

25 De acuerdo con otra realización, cada resistencia de entrada está conectada a su resistencia de entrada adyacente. Una conexión en serie de resistencias de entrada para la conexión en paralelo a las células de combustible en un circuito en escalera constituye un divisor de voltaje, donde cada resistencia de entrada genera un voltaje de entrada para el filtro electrónico correspondiente, donde el voltaje generado de cada una de las resistencias de entrada son iguales.

30 Generalmente, una segunda resistencia o resistencia activa de cada filtro electrónico es mucho más pequeña en comparación con la correspondiente primera resistencia o resistencia de entrada. En este caso, el efecto del filtro electrónico sobre la corriente directa de la célula de combustible es insignificante y la corriente eléctrica que fluye a través de la resistencias de entrada es también despreciable. El filtro electrónico sólo afecta a la respuesta dinámica haciendo que sea posible una comprobación de conectividad. En consecuencia, cada resistencia de entrada tiene igual valor para proporcionar el mismo voltaje constante a cada filtro electrónico. De acuerdo con una realización preferida de la invención, una salida de cada filtro electrónico está conectada a una unidad de medida de voltaje como un convertidor analógico/digital para transmitir un valor, por ejemplo un voltaje digital al MVC.

35 De acuerdo con otra realización preferida de la invención, se dispone un interruptor eléctrico para cada filtro electrónico, donde el interruptor cambia el voltaje en la salida del filtro electrónico correspondiente. Al cambiar el voltaje, por ejemplo elevándolo o disminuyéndolo, o cortocircuitando la salida de un filtro electrónico, se carga/descarga abruptamente un dispositivo de almacenamiento de carga como una capacitancia del filtro electrónico. En caso de la abertura de un interruptor, el dispositivo de almacenamiento de carga del filtro electrónico correspondiente cambia por medio de la célula de potencia correspondiente, por ejemplo, otra vez una célula de combustible. En caso de una discontinuidad en las conexiones a la célula de potencia, por ejemplo célula de combustible, el dispositivo de almacenamiento de carga del filtro electrónico se carga a través de los filtros electrónicos adyacentes, presentando el proceso de carga una vida media más larga. El cambio en la respuesta dinámica del dispositivo de almacenamiento de carga es detectado por medio de una unidad de medida de voltaje, por ejemplo un convertidor analógico digital del MVC.

40 En general, cada una de las células de potencia, por ejemplo células de combustible, sirve para la conexión con un cable a una entrada del filtro electrónico correspondiente, manteniendo el circuito simple y barato.

45 En general, cada una de las células de potencia, por ejemplo células de carga, sirve para la conexión a una célula de potencia adyacente, por ejemplo célula de combustible, para establecer una conexión en serie de las células de potencia que constituyen el sistema de células de potencia. En general, todas las impedancias de los filtros electrónicos son iguales, para asegurar que en caso de una discontinuidad en el suministro eléctrico la salida de cada filtro electrónico presente el mismo voltaje de salida.

55 De acuerdo con una mejora alternativa de la invención, se dispone una fuente de voltaje externo para la conexión entre uno de los interruptores y un primer polo, por ejemplo un polo negativo del sistema de células de potencia. Esta disposición hace posible detectar una discontinuidad en un cable o hilo de tierra, que está conectado al primer

polo, por ejemplo, el polo negativo del sistema de células de potencia, ya que esto no es posible sin una fuente de voltaje externo.

5 De acuerdo con una mejora alternativa de la invención, se dispone una fuente de voltaje externo para la conexión entre cada uno de los interruptores y el primer polo, por ejemplo el polo negativo del sistema de células de potencia, para detectar una discontinuidad del suministro eléctrico en caso de que la célula de potencia presente un voltaje de salida de cero voltios.

10 De acuerdo con una mejora alternativa de la invención, el interruptor está dispuesto para acoplarse a la célula de potencia que comprende el primer, por ejemplo el polo negativo del sistema de células de potencia está conectado al primer, por ejemplo el polo negativo de la fuente de voltaje externo, para detectar una discontinuidad en el suministro eléctrico en caso de que las células de potencia presenten un voltaje de salida de cero voltios y un cable o hilo de tierra esté desconectado.

La presente invención también proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 14.

15 El proceso para realizar una comprobación de conectividad del sistema de células de combustible establece que en caso de una desconexión o transección de una de las conexiones a las células de potencia, la capacitancia del dispositivo de almacenamiento de carga del filtro electrónico correspondiente se carga a través de los filtros electrónicos adyacentes. Por tanto, se asegura el procedimiento de cargar y descargar la capacitancia del filtro electrónico.

También, como las conexiones permanecen durante la comprobación de conectividad, se puede llevar a cabo el test a intervalos regulares durante un determinado período de tiempo.

20 **Breve descripción de las figuras**

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de las realizaciones que se describen en adelante.

En las figuras:

La Fig. 1 muestra un circuito de un sistema de células de combustible que comprende tres células de combustible y los correspondientes tres filtros paso bajo, donde cada filtro paso-bajo está conectado al filtro paso-bajo adyacente;

25 La Fig. 2 muestra un circuito de un sistema de células de combustible de acuerdo con la Fig. 1 con una fuente de voltaje externo entre un polo negativo del sistema de células de combustible y un interruptor;

La Fig. 3 muestra un circuito de un sistema de células de combustible de acuerdo con la Fig. 2, donde la fuente de voltaje externo está conectada a los tres interruptores; y

30 La Fig. 4 muestra un circuito de un sistema de células de combustible de acuerdo con la Fig. 3, donde el interruptor de acuerdo con la célula de combustible que comprende el polo negativo del sistema de células de combustible está conectado al polo negativo de la fuente de voltaje externo.

La Fig. 5 muestra un circuito de un sistema de monitorización de voltaje para una pila de células de combustible con la que se puede utilizar la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

35 La presente invención se describirá con relación a realizaciones particulares y con referencia a ciertas figuras, pero la invención no está limitada por las mismas sino sólo por las reivindicaciones. Las figuras que se describen son sólo esquemáticas y no limitantes. En las figuras, el tamaño de algunos de los elementos puede exagerarse y no estar dibujados a escala por motivos ilustrativos. Las dimensiones y dimensiones relativas no corresponden con las reducciones reales para llevar a la práctica la invención.

40 Es más, los términos primero, segundo, tercero y similares de la descripción y las reivindicaciones se utilizan para distinguir entre elementos similares y no para describir necesariamente un orden secuencial o cronológico. Se debe entender que los términos así utilizados son intercambiables bajo las circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en el presente documento pueden funcionar en otras secuencias diferentes de las descritas o ilustradas en el presente documento.

45 Además, los términos parte superior, inferior, encima, debajo, y similares en la descripción y las reivindicaciones se utilizan por motivos descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Se debe entender que los términos así utilizados son intercambiables bajo las circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en el presente documento pueden funcionar en otras orientaciones diferentes de las descritas o ilustradas en el presente documento.

50 Se hace notar que el término "comprende" que se utiliza en las reivindicaciones no se debe interpretar como restrictivo con relación a los medios listados a continuación; no excluye otros elementos o pasos. Por tanto, se debe

interpretar como una especificación de la presencia de los elementos, pasos o componentes descritos a los que se hace referencia, pero no excluye la presencia o adición de uno o más elementos, pasos o componentes, o grupos de los mismos. Por tanto, el ámbito de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no debería limitarse a los medios que consisten sólo en los componentes A y B. Significa que con relación a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

Similarmente, se hace notar que el término "acoplado", también utilizado en las reivindicaciones, no debería interpretarse como restringido sólo a conexiones directas. Por tanto, el ámbito de la expresión "un dispositivo A acoplado a un dispositivo B" no debería limitarse a dispositivos o sistemas donde un dispositivo A de salida está directamente conectado a un dispositivo B de entrada. Significa que existe un camino entre una salida de A y una entrada de B que puede ser un camino que incluye otros dispositivos o medios.

La Fig. 5 muestra una disposición esquemática de un Monitor de Voltaje de Célula (MVC) de acuerdo con una realización de la presente invención. La MVC se utiliza con una pila de células de potencia como células de combustible, células de batería, células electrolíticas o similares. El MVC puede ser un dispositivo separado para la conexión a las célula de potencia y comprende conexiones a una o más Unidades de Escaneo de Voltaje (UEV) y un controlador principal. En una realización de la presente invención, el UEV incluye una unidad de monitorización de voltaje y opcionalmente interruptores, como se describirá con relación a las Figs. 1 a 4. El UEV puede pre-procesar datos medidos de modo que sólo los datos relevantes sean enviados a través de un bus de comunicaciones a un controlador principal. El pre-procesado puede implementarse por medio de software o por medio de otra forma de lógica programable, por ejemplo, una FPGA. Una falta por desconexión de cable de una de las conexiones da como resultado el que un MVC de lecturas falsas. Es un objeto de la presente invención proporcionar un MVC en la que se puedan distinguir los fallos de conexión de fallos de la célula de potencia.

La presente invención proporciona un dispositivo para detectar fallos de conectividad en el cableado de conexión a un sistema de células de potencia. La presente invención también proporciona un sistema de células de potencia que tiene tales medios para detectar la conectividad en el cableado a las células. La Fig. 1 muestra un circuito de una célula de potencia, por ejemplo, una célula de combustible, una célula electrolítica o un sistema de baterías 1.1 de acuerdo con una primera realización de la presente invención que se puede utilizar con un dispositivo para detectar la conectividad en el MVC. Las células de potencia de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se pueden utilizar en una amplia variedad de aplicaciones, por ejemplo, para vehículos automóviles como autobuses, coches, motocicletas, ciclomotores, bicicletas; o para botes, trenes, máquinas expendedoras, aspiradoras, señales de tráfico, dispositivos electrónicos, equipamiento de hospital, plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.

Se hará referencia en lo que sigue a células de combustible, pero la presente invención no se limita a las mismas. En cada referencia a una "célula de combustible", se puede utilizar el término "célula", incluyendo el término "célula" células de combustible, células de batería, células electrolíticas o cualquier tipo de célula de potencia DC. Una primera célula 2.1 de combustible, una segunda célula 2.2 de combustible y una tercera célula 2.3 de combustible están dispuestas en el orden mencionado según una conexión serie. Un cable o hilo de tierra 3.0 se conecta opcionalmente al primer polo, por ejemplo el polo negativo de la primera célula 2.1 de combustible, de modo que el polo negativo de la primera célula de combustible es el primer polo, por ejemplo el polo negativo del sistema de células de combustible. Un primer cable 3.1 se conecta por un lado al segundo polo, por ejemplo el polo positivo de la primera célula 2.1 de combustible y el primer polo, por ejemplo el polo negativo de una segunda célula 2.2 de combustible, respectivamente, y por el otro lado a la entrada de un filtro 4.1 paso bajo que comprende un primer dispositivo de almacenamiento de carga, por ejemplo un condensador 4.1.1 y una primera resistencia activa 4.1.2. Una primera resistencia 5.1 de entrada está conectada al primer cable 3.1 y al cable o hilo 3.0 de tierra y funciona como un resistor shunt. Una resistencia 6 de tierra conecta el hilo o cable 3.0 de tierra y la resistencia 6 de tierra, respectivamente, a la capacitancia 4.1.1 del primer filtro 4.1 paso bajo.

Un segundo cable 3.2 está conectado por un lado al segundo polo, por ejemplo el polo positivo de la segunda célula 2.2 de combustible y el primer polo, por ejemplo el polo negativo de una tercera célula 2.3 de combustible, respectivamente, y por el otro lado a un segundo filtro 4.2 paso bajo, que comprende un segundo dispositivo de almacenamiento de carga, por ejemplo una segunda capacitancia 4.2.1 y una segunda resistencia 4.2.2 activa. La segunda capacitancia 4.2.1 del segundo filtro 4.2 paso bajo está conectada a la salida del primer filtro 4.1 paso bajo y una segunda resistencia 5.2 de entrada conecta la entrada del segundo filtro 4.2 paso bajo y el segundo cable 3.2, respectivamente, a la entrada del primer filtro 4.1 paso bajo y actúa como un resistor shunt.

Un tercer cable 3.3 está por un lado conectado al segundo polo, por ejemplo el polo positivo de la tercera célula 2.3 de combustible, que es el segundo polo, por ejemplo el polo positivo del sistema de células de combustible, y por el otro lado a un tercer filtro 4.3 paso bajo, que comprende un tercer dispositivo de almacenamiento de carga, por ejemplo una tercera capacitancia 4.3.1 y una tercera resistencia 4.3.2 activa. Una tercera resistencia 5.3 de entrada conecta la entrada del tercer filtro 4.3 paso bajo y el tercer cable 3.3, respectivamente, a la entrada del segundo filtro 4.2 paso bajo y actúa como un resistor shunt.

Es obvio que la disposición del circuito de acuerdo con el sistema 1.1 de células de combustible se puede continuar

con otras células de combustible y un filtro paso-bajo asociado a cada célula de combustible de modo que un cable n-ésimo 3.n esté por un lado conectado al segundo polo, por ejemplo el polo positivo de la célula de combustible n-ésima 2.n, que es el segundo polo, por ejemplo el polo positivo del sistema de células de combustible, y por el otro lado a un filtro paso bajo n-ésimo 4.n, que comprende un dispositivo de almacenamiento de carga n-ésimo, por ejemplo una capacitancia n-ésima 4.n.1 y una resistencia activa n-ésima 4.n.2. Una resistencia de entrada n-ésima 5.n conecta la entrada del filtro paso-bajo n-ésimo 4.n y el cable n-ésimo 3.n, respectivamente, a la entrada del filtro paso bajo (n-1)-ésimo 4.n-1 y actúa como un resistor shunt.

Una primera salida 7.1 diferencial del primer filtro paso-bajo 4.1 está conectada a una primera unidad de monitorización de voltaje 10.1 que es opcionalmente un primer convertidor analógico a digital (A/D) y al que se puede hacer un bypass por medio de un primer interruptor 8.1. Una segunda salida diferencial 7.2 del segundo filtro 4.2 paso-bajo también está conectada a una segunda unidad de monitorización de voltaje 10.2 que es opcionalmente un segundo convertidor analógico a digital y al que también se puede hacer un bypass por medio de un segundo interruptor 8.2. Y una tercera salida diferencial 7.3 del tercer filtro 4.3 paso bajo está conectada a una tercera unidad 10.3 de monitorización de voltaje que es opcionalmente un tercer convertidor analógico a digital y al que también se puede hacer un bypass con un tercer interruptor 8.3. Las tres unidades de monitorización de voltaje (que son opcionalmente los tres convertidores analógico a digital) asociadas a las salidas 7.1, 7.2 y 7.3 son parte de un MVC. Además, todas las resistencias de entrada 5.1, 5.2 y 5.3 son de igual valor, todas las capacitancias de los tres dispositivos de almacenamiento de carga 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1 son de igual valor, y todas las resistencias activas 4.1.2, 4.2.2 y 4.3.2 son de igual valor. Además, las resistencias de entrada 5.1, 5.2 y 5.3 son de un valor mucho mayor que las correspondientes resistencias activas 4.1.2, 4.2.2 y 4.3.2, por ejemplo 5 veces, 10 veces, 20 veces mayores. Los interruptores 8.1, 8.2 y 8.3 no requieren tener un potencial de tierra en su polo normalmente abierto. También se podría utilizar un voltaje intermedio entre el voltaje de una célula de carga y tierra o un voltaje mayor que el voltaje de una célula de potencia.

En lo que sigue, las unidades de monitorización de voltaje 10.1, 10.2 y 10.3 se han omitido de las figuras por motivos de claridad. Además, aunque las unidades de monitorización de voltaje se muestran separadas de los interruptores, estos componentes pueden estar integrados en un microcontrolador, por ejemplo.

En general (esta variación no se muestra en las figuras), una salida diferencial n-ésima 7.n del filtro paso-bajo n-ésimo 4.n está conectada a una unidad de monitorización de voltaje n-ésima que es opcionalmente un primer convertidor analógico a digital (A/D) y al que se puede realizar un bypass por medio de un interruptor n-ésimo 8.n. La unidad de monitorización de voltaje n-ésima asociada a la salida 7.n también es parte del MVC. Además, el valor de la resistencia de entrada n-ésima 5.n es el mismo para todas las resistencias de entrada 5.1, 5.2, la capacitancia del dispositivo de almacenamiento de carga n-ésimo es la misma para todas las capacitancias 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1, y la resistencia activa n-ésima es la misma para todas las resistencias activas 4.1.2, 4.2.2 y 4.3.2.

En caso de que funcionen normalmente, las tres salidas 7.1, 7.2 y 7.3 presentan el mismo voltaje de salida. En caso de una discontinuidad en la alimentación eléctrica, una desconexión o una transección del segundo cable 3.2, por ejemplo, el voltaje de salida de la salida 7.2 sería el voltaje de la segunda célula de combustible 2.2 más el voltaje de la tercera célula de combustible 2.3 dividido por 2: $(U_{2.2}+U_{2.3})/2$. Medir los voltajes de salida de las dos salidas, en este caso la segunda salida 7.2 y la tercera salida 7.3, puede ser una indicación de discontinuidad. Sin embargo, existe el peligro de que si $U_{2.2}$ y $U_{2.3}$ son casi iguales, entonces no hay diferencia significativa entre $(U_{2.2}+U_{2.3})/2$ y tanto $U_{2.2}$ como $U_{2.3}$. Esto hace que sea necesaria una comprobación alternativa de conectividad.

Suponiendo para esta explicación que el polo de los interruptores está al potencial de tierra, para la comprobación de conectividad los tres interruptores 8.1, 8.2 y 8.3 se cierran simultáneamente, lo que conduce a una descarga abrupta de las tres capacitancias 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1. Los interruptores 8.1, 8.2 y 8.3 se abren entonces simultáneamente y se produce la recarga de las tres capacitancias 4.1.1, 4.2.1. Si uno de los cables, en este caso por ejemplo el segundo cable 3.2, se desconecta, la segunda capacitancia 4.2.1 se carga a través de la resistencia de entrada adyacente y el filtro paso-bajo de la célula adyacente, en este caso la tercera resistencia de entrada 5.3 y el tercer filtro paso-bajo 4.3, lo que conduce a una respuesta dinámica diferente del voltaje del condensador correspondiente, por ejemplo un voltaje menor en la vida media de la respuesta dinámica de la capacitancia 4.2.1 que en los otros. La segunda unidad de monitorización de voltaje, por ejemplo el convertidor analógico a digital, mide la respuesta dinámica, por ejemplo mide después de un retardo de tiempo predefinido después de la apertura del segundo interruptor 8.2, el voltaje de salida de la salida 7.2. El segundo voltaje de salida 7.2 indica una mala conexión, en este caso para el segundo cable 3.2, si la respuesta dinámica difiere del funcionamiento normal, por ejemplo si el segundo voltaje 7.2 de salida es en el momento de la medida más bajo que los otros voltajes de salida.

Una descripción alternativa de los circuitos de la primera realización es como sigue, lo que funcionalmente equivale a la descripción anterior. Las células de potencia 2.1 a 2.3 están conectadas a un primer circuito en escalera que comprende las células de potencia 2.1 a 2.3 y los primeros resistores 5.1 a 5.3. Los "peldaños" de la escalera están formados por las conexiones 3.0 a 3.3, que forman los primeros nodos entre las células de potencia 2.1 a 2.3. Las resistencias 5.1 a 5.3 también están conectadas según un segundo circuito en escalera a los condensadores 4.1.1 a 4.3.1. Los segundos nodos entre los resistores 5.1 a 5.3 están conectados a los terceros nodos entre los dispositivos de almacenamiento de carga, por ejemplo los condensadores 4.1.1 a 4.3.1 a través de los segundos resistores 4.1.2

a 4.3.2. Los terceros nodos están conectados a unidades de monitorización de voltaje, por ejemplo convertidores analógico a digital como se describe más arriba, así como a interruptores 8.1 a 8.3 de cortocircuito. El funcionamiento es como se ha descrito anteriormente. Se utiliza el cambio dinámico de los voltajes de los terceros nodos según la medida de las unidades de monitorización de voltaje, por ejemplo los convertidores analógico a digital, para determinar si hay una discontinuidad en el cableado.

Con la comprobación de conectividad de acuerdo con la primera reivindicación, una mala conexión del cable 3.0 de tierra conduce a un diferencial de voltaje a la salida de 0 V en la salida 7.1, lo que es suficiente para indicar una discontinuidad. Sin embargo, para hacer uso de un sistema uniforme de monitorización y para llevar a cabo una comprobación de conectividad del cable o hilo 3.0 de tierra, es preferible un circuito de acuerdo con la segunda realización que se muestra en la Fig. 2. El circuito de acuerdo con la Fig. 2 es equivalente al circuito de acuerdo con la Fig. 1, con la diferencia de que hay una fuente 9 de voltaje externo conectada con un polo, por ejemplo su polo positivo al primer interruptor 8.1 y con su otro polo, por ejemplo su polo negativo a la resistencia 6 de tierra, de modo que el voltaje de la fuente 9 de voltaje externo puede ser un voltaje adecuado arbitrario, por ejemplo el voltaje de alimentación del circuito de monitorización de voltaje o un voltaje de referencia que difiera del voltaje nominal de una célula de potencia.

Si se desconecta el cable o hilo 3.0 de tierra y se cierra el primer interruptor 8.1, una corriente eléctrica de la fuente 9 de voltaje externo fluye a través del primer filtro paso-bajo 4.1, la primera resistencia 5.1 de entrada y la resistencia 6 de tierra. En caso de abrir el primer interruptor 8.1, la primera capacitancia 4.1.1 se carga o descarga, siendo la respuesta dinámica de la carga/descarga mucho más lenta, por ejemplo el voltaje en la vida media es mucho menor que en el caso de un cable o hilo 3.0 de tierra intacto, lo que puede detectarse por medio de la unidad de monitorización de voltaje correspondiente, por ejemplo un convertidor analógico a digital.

Como el voltaje de una célula de combustible puede caer hasta el valor de 0 V, una comprobación de conectividad de acuerdo con la Fig. 1 y/o la Fig. 2 podría dar resultados falsos. En este caso, se puede utilizar un circuito de un sistema 1.3 de células de potencia, por ejemplo células de combustible, de acuerdo con una tercera realización de la invención mostrada en la Fig. 3, donde el segundo polo, por ejemplo el polo positivo de una fuente 9 de voltaje externo está conectada a cada uno de los interruptores 8.1, 8.2 y 8.3 y el primer polo, por ejemplo el polo negativo de la fuente 9 de voltaje externo está conectado a la resistencia 6 de tierra. De nuevo, el voltaje de salida de la fuente 9 de voltaje externo puede ser cualquier voltaje arbitrario. Los dispositivos de almacenamiento de carga primero a tercero, por ejemplo la primera capacitancia 4.1.1, la segunda capacitancia 4.2.1 y la tercera capacitancia 4.3.1 están conectados entre la correspondiente resistencia 4.1.2, 4.2.2 y 4.2.3 y tierra, en lugar de estar conectados a la salida del filtro paso-bajo adyacente, lo cual es el caso para los circuitos 1.1 y 1.2 correspondientes a la Fig. 1 y la Fig. 2. Los dispositivos de almacenamiento de carga primero a tercero, por ejemplo la primera capacitancia 4.1.1, la segunda capacitancia 4.2.1 y la tercera capacitancia 4.3.1 y las correspondientes resistencias 4.1.2, 4.2.2 y 4.2.3 constituyen filtros paso bajo.

Una descripción alternativa del circuito de la tercera realización que es funcionalmente equivalente a la descripción anterior es como sigue. Las células de potencia 2.1 a 2.3 están conectadas según un primer circuito de escalera que comprende las células de potencia 2.1 a 2.3 y los primeros resistores 5.1 a 5.3. Los "peldaños" de la escalera están formados por las conexiones 3.0 a 3.3, que forman unos primeros nodos entre las células de potencia 2.1 a 2.3. Unos segundos nodos entre los resistores 5.1 a 5.3 están conectados individualmente a tierra a través de una serie de conexiones de dispositivos de almacenamiento de carga, por ejemplo condensadores 4.1.1 a 4.3.1 y segundos resistores 4.1.2 a 4.3.2, en pares respectivos. Los resistores 4.1.2 a 4.3.2 están conectados con polos de interruptores normalmente abiertos 8.1 a 8.3 a través de los terceros nodos. Los terceros nodos están conectados a unidades de monitorización de voltaje, por ejemplo convertidores analógico a digital según se ha descrito anteriormente así como a los interruptores 8.1 a 8.3. El segundo polo, por ejemplo el polo positivo de una fuente 9 de voltaje externo está conectado a cada uno de los interruptores 8.1, 8.2 y 8.3 y el primer polo, por ejemplo el polo negativo de la fuente 9 de voltaje externo está conectado a la resistencia 6 de tierra. De nuevo, el voltaje de salida de la fuente 9 de voltaje externo puede ser cualquier voltaje arbitrario.

Como las tres células de potencia, por ejemplo las células de combustible, presentan un voltaje de cero voltios, las tres resistencias 5.1, 5.2 y 5.3 de entrada se pueden considerar cortocircuitadas durante el funcionamiento normal. En caso de que se produzca una discontinuidad en el suministro eléctrico, una transección del segundo cable 3.2, por ejemplo un segundo interruptor 8.2 cerrado, hace que la corriente eléctrica de la fuente 9 de voltaje externo fluya a través de la segunda resistencia 5.2 de entrada y la tercera resistencia 5.3 de entrada, lo que hace que la vida media de la descarga de la segunda capacitancia 4.2.1 sea mayor que durante el funcionamiento normal. Este hecho es detectable por medio del MVC en la segunda salida 7.2.

De nuevo, el circuito 1.3 no es capaz de medir una mala conexión del cable o hilo 3.0 de tierra; esta discrepancia se evita en un circuito 1.4 de acuerdo con la Fig. 4. En el circuito 1.4, la fuente 9 de voltaje externo está conectada con su segundo polo, por ejemplo el polo positivo sólo a un segundo interruptor 8.2 y el tercer interruptor 8.2, pero no al primer interruptor 8.1, y el primer polo, por ejemplo el polo negativo de la fuente 9 de voltaje externo está conectado al primer interruptor 8.1 y la resistencia 6.

Si el primer interruptor 8.1 está cerrado, la primera capacitancia 4.1.1 está a cero voltios, ya que ambos electrodos de la primera capacitancia 4.1.1 están conectados al mismo potencial eléctrico. Si el primer interruptor 8.1 se abre de nuevo, la primera capacitancia 4.1.1 se carga a través de la primera resistencia 4.1.2 activa y la resistencia 6 de tierra, ya que la primera resistencia 5.1 de entrada está cortocircuitada por la primera célula de combustible 2.1. Si el cable o hilo 3.0 de tierra se desconecta, la primera resistencia 5.1 de entrada ya no está cortocircuitada y la primera capacitancia 4.1.1 se carga a través de la primera resistencia activa 4.1.2, la resistencia 6 de tierra y la primera resistencia 5.1 de entrada, lo que hace que la vida media de la carga de la primera capacitancia 4.1.1 sea mucho mayor. Esto es detectable por medio del MVC a través de la primera salida 7.1.

Como se ha indicado anteriormente, las unidades de monitorización de voltaje incluyen convertidores analógico a digital. Estos pueden ser parte de un microcontrolador, que también puede incluir los tres interruptores. La fuente 9 de voltaje externo también puede ser parte de un microcontrolador, lo que simplifica la conmutación de la fuente 9 de voltaje externo entre los tres interruptores 8.1, 8.2 y 8.3. Así, la conmutación de los tres interruptores 8.1, 8.2 y 8.3 también puede ser controlada por el microcontrolador. Por ejemplo, el microcontrolador puede tener bornes de entrada analógica que se pueden utilizar para monitorizar los voltajes 7.1 a 7.3, por ejemplo el microcontrolador tiene un convertidor analógico a digital para convertir los valores de entrada analógicos a valores digitales. También de acuerdo con otra realización, las entradas analógicas pueden programarse para que funcionen temporalmente como bornes de salida digital con una señal de nivel lógico bajo y opcionalmente una señal de nivel lógico alto. Por tanto, los bornes de entrada analógicos pueden monitorizar los voltajes 7.1...7.3 de cualquiera de las realizaciones anteriores (en cuyo caso los interruptores 8.1-3 están en circuito abierto) o pueden conmutar a un nivel lógico bajo que implementa de manera efectiva un interruptor cortocircuitado. Esto implementa de manera efectiva los interruptores 8.1...8.3 como en la figura 1 sin necesidad de hardware adicional, proporcionando así la descarga de los condensadores 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1. Esto es posible porque los puntos de medida de los voltajes 7.1 a 7.3 de todas las realizaciones son idénticos a los nodos de contacto para los interruptores 8.1 a 8.3.

De acuerdo con otra realización, se proporciona una salida digital de alto nivel en un borne, implementando así la conmutación a una fuente de voltaje externo, como por ejemplo al interruptor 8.1 de la figura 2, cargando el condensador 4.1.1 contra la alimentación del microcontrolador. De acuerdo con otra realización, el microcontrolador no sólo mide los voltajes de célula, por ejemplo a través de entradas analógicas, y también proporciona las funciones de conmutación de los interruptores 8.1 a 8.3, sino que también está programado para adaptar la configuración VSU a cualquiera de las realizaciones mostradas en las Figs. 1 a 4. Opcionalmente, el microcontrolador puede incluir software de decisión para decidir qué configuración es más adecuada (por ejemplo, cuál de las configuraciones de las figuras 1, 2, 3 o 4 es mejor implementar). La monitorización de la respuesta dinámica del voltaje del tiempo de carga de los condensadores después de la apertura de 8.1...8.3, por ejemplo hasta el momento de la adquisición de los voltajes 7.1 a 7.3 puede llevarse a cabo fácilmente por el microcontrolador. También puede comparar los valores adquiridos durante la comprobación de conectividad con el valor esperado y reportar sólo el estado de la conexión, por ejemplo a un controlador principal (no mostrado) del MVC.

El microcontrolador puede implementarse como hardware, software de ordenador, o una combinación de ambos. El microcontrolador puede incluir un procesador de propósito general, un procesador embebido, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas de campo programable (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica discreta de puertas o transistores, componentes discretos de hardware, o cualquier combinación diseñada para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo una combinación de una FPGA y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con una FPGA, o cualquier configuración similar.

Todas las comprobaciones de conectividad para todas las células de una pila se pueden llevar a cabo por todas las unidades de monitorización de voltaje simultáneamente. El resultado de la comprobación de conectividad es sólo un bit por canal de adquisición, de modo que la sobrecarga en la comunicación al reportar los resultados de vuelta al controlador principal es muy limitada.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito con detalle en las figuras y la descripción anteriores, dicha ilustración y descripción se deben considerar meramente ilustrativos o ejemplares y no restrictivos; la invención no está limitada por las realizaciones descritas. Los expertos en la materia podrán comprender y llevar a cabo otras variaciones de las realizaciones descritas al llevar a cabo la invención reivindicada, a partir de un estudio de las figuras, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no se pueda utilizar ventajosamente una combinación de las mismas. Cualquier signo de referencia de las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del ámbito de protección, que está definido únicamente por dichas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

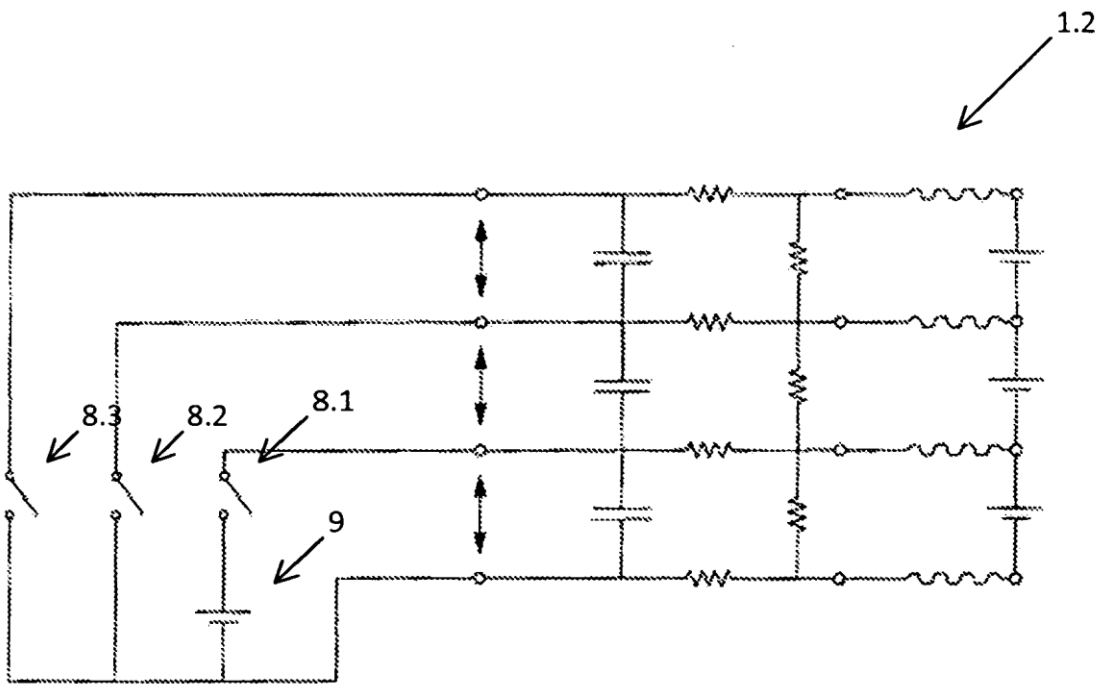
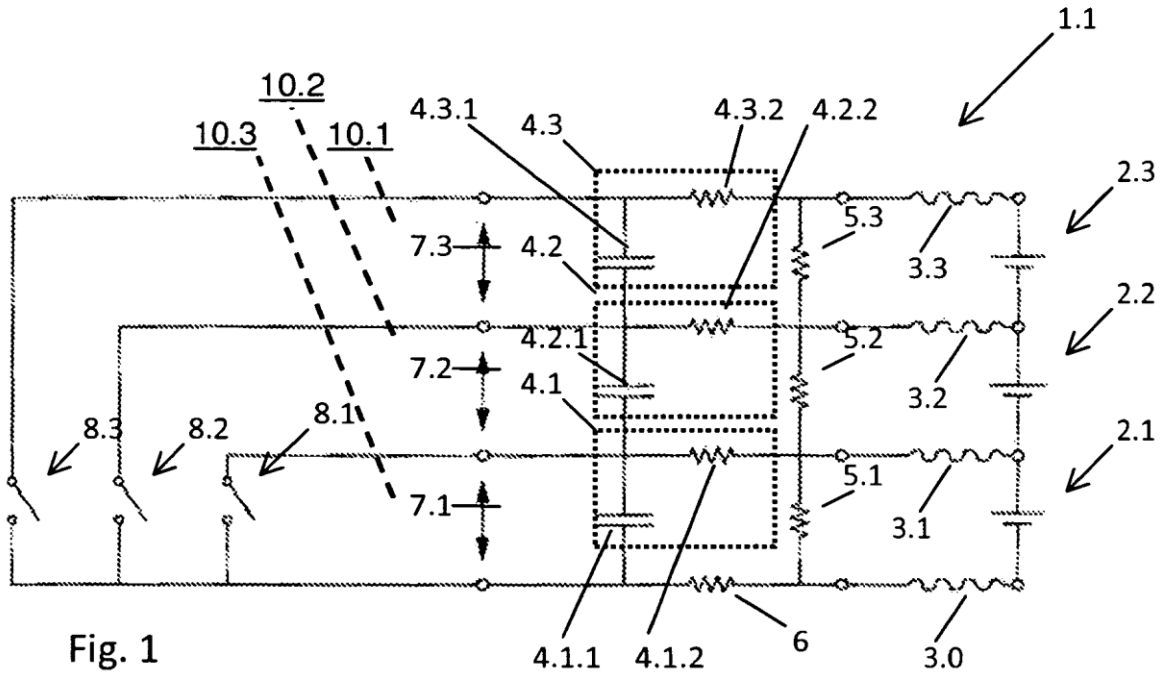
1. Un dispositivo para detectar una discontinuidad en conexiones eléctricas de células (2.1, 2.2, ...) de potencia conectadas en serie de un sistema (1.1) de células de potencia, teniendo el sistema de células de potencia una pluralidad de n células de potencia, donde el dispositivo detector comprende:
 - 5 una pluralidad de n primeras resistencias (5.1, 5.2,...), estando conectada cada una de la pluralidad de n primeras resistencias como un resistor shunt a una célula de potencia asociada de modo que las n células de potencia y las n primeras resistencias forman un circuito en escalera,
 - 10 n filtros (4.1, 4.2, ...) electrónicos, teniendo la entrada de cada filtro electrónico una primera conexión a un primer nodo del circuito en escalera entre dos de las primeras resistencias (5.1, 5.2, ...), comprendiendo cada filtro electrónico una segunda resistencia (4.1.2, 4.2.2, ...) y un condensador (4.1.1, 4.2.1, ...) conectado a la segunda resistencia
 - caracterizado porque el dispositivo además comprende
 - n interruptores (8.1, 8.2, ...), estando conectado cada uno de los n interruptores a una salida de un filtro electrónico, y
 - 15 donde la salida de cada filtro electrónico está conectado a una unidad de monitorización de voltaje, midiendo la unidad de monitorización de voltaje el voltaje de respuesta dinámica de la salida del filtro correspondiente.
2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, donde los filtros electrónicos se proporcionan como filtros paso-bajo.
3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde cada filtro electrónico está conectado a una primera resistencia.
4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, donde cada una de las primeras resistencias está conectada a una primera resistencia adyacente, respectivamente.
5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, donde todas las segundas resistencias tienen el mismo valor.
6. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una salida de cada filtro electrónico está conectada a una unidad de monitorización de voltaje.
7. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada una de las células de potencia es conectable mediante una conexión a una entrada de un filtro correspondiente.
8. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde cada una de las células de potencia es conectable a una célula de potencia adyacente según una conexión en serie.
9. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las impedancias de los filtros electrónicos son iguales entre sí.
10. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde se dispone una fuente de voltaje externo para la conexión entre uno de los interruptores y un polo negativo del sistema de células de combustible.
11. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde se dispone una fuente de voltaje externo para la conexión entre cada uno de los interruptores y un primer polo del sistema de células de potencia.
12. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, donde el interruptor para el acoplamiento con la célula de potencia que comprende el primer polo del sistema de células de potencia está conectado al primer polo de la fuente de voltaje externo.
13. Uso del dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores con un sistema de células de potencia, donde las células de potencia son células de combustible o células electrolíticas.
14. Un método para detectar una discontinuidad en conexiones eléctricas a células de potencia conectadas en serie en un sistema (1.1) de células de potencia, comprendiendo el sistema:
 - 40 una pluralidad de células (2.1, 2.2, ...) de potencia y una pluralidad de filtros (4.1, 4.2, ...) electrónicos, cada uno de los cuales tiene una conexión a un electrodo de una célula de potencia, comprendiendo cada uno de la pluralidad de filtros electrónicos una resistencia (4.1.2, 4.2.2, ...) y un condensador (4.1.1, 4.2.1, ...) conectado a la resistencia,

caracterizado porque el método comprende:

descargar los condensadores a la vez que se mantienen las conexiones a las células de potencia,

recargar los condensadores de las células de potencia, y

5 monitorizar un voltaje dinámico del condensador para determinar si hay una discontinuidad en las conexiones eléctricas a las células de potencia.



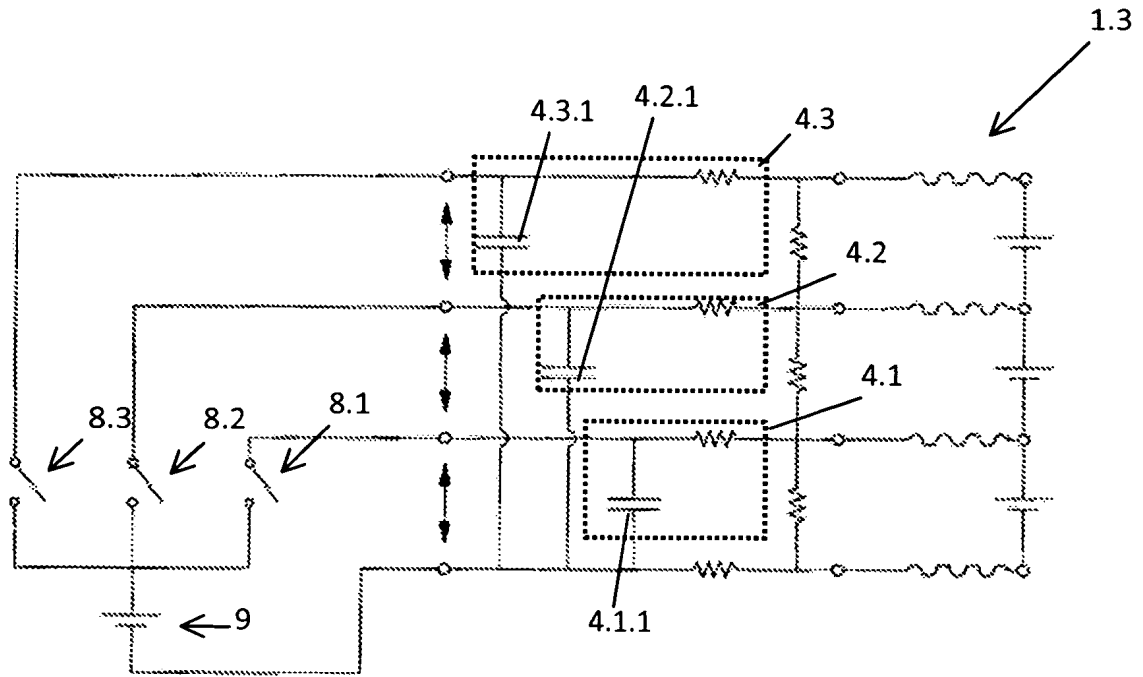


Fig. 3

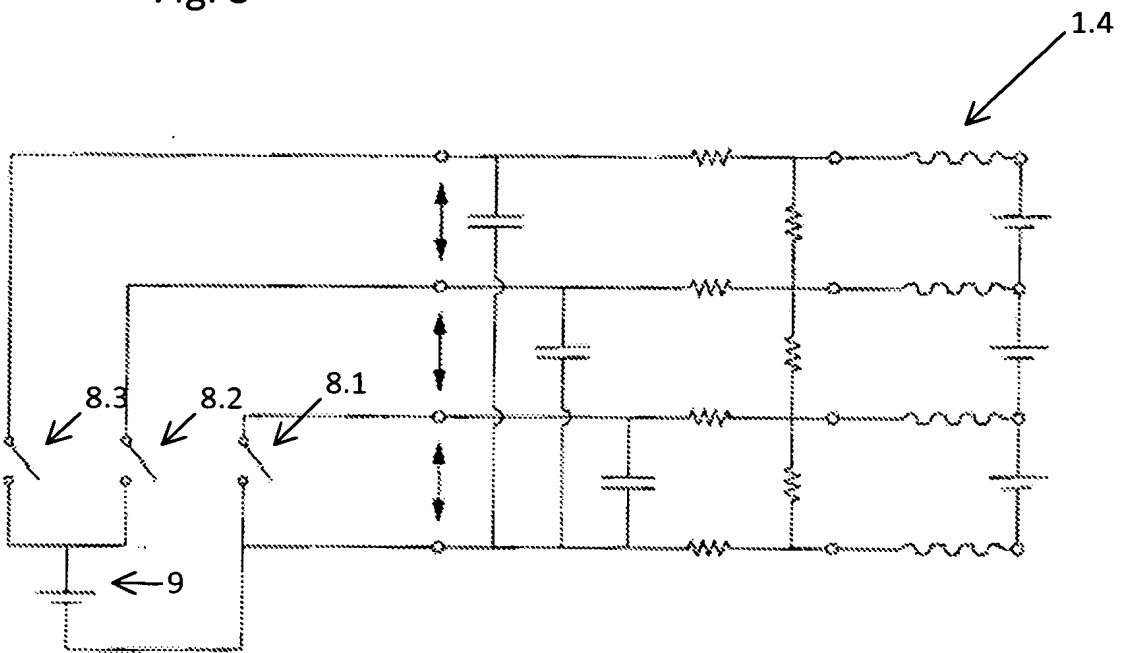


Fig. 4

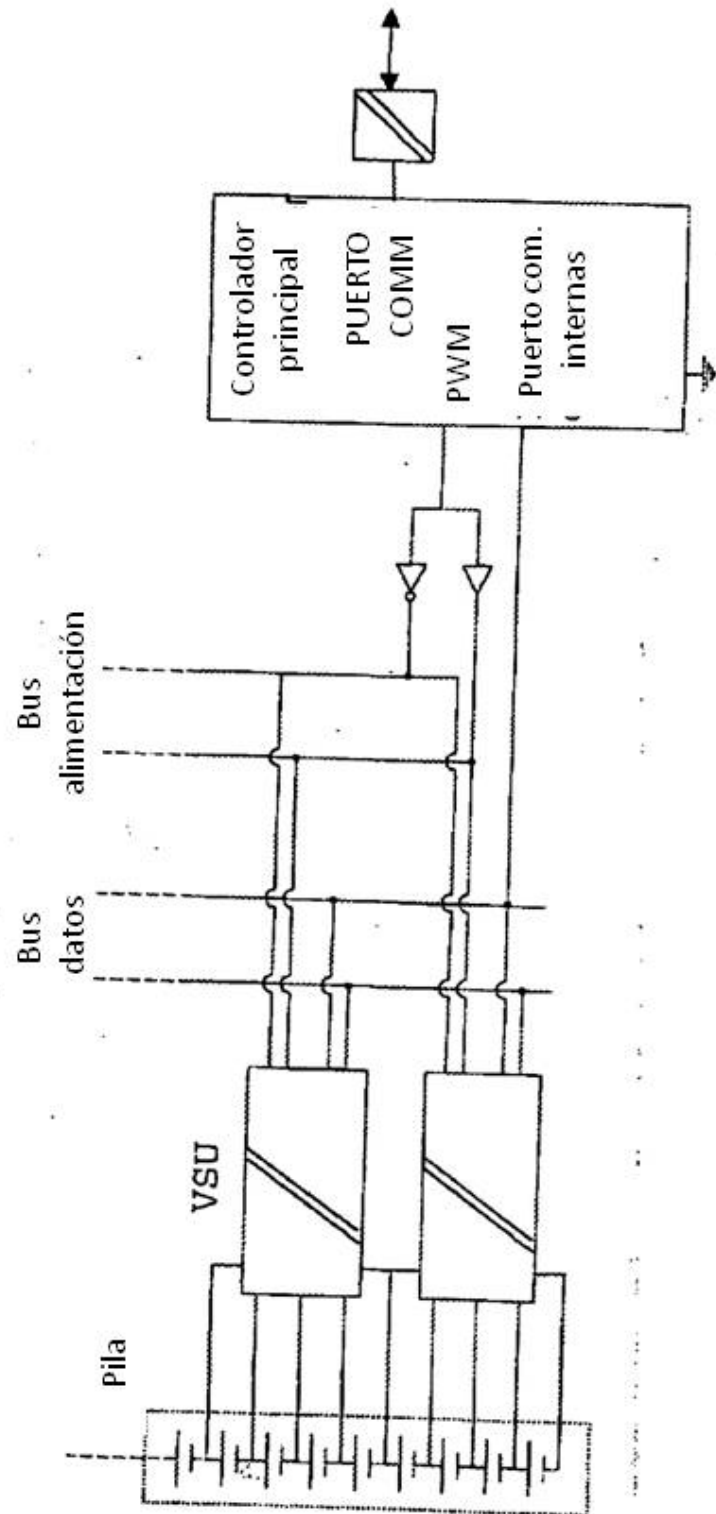


Fig. 5