

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 856**

51 Int. Cl.:

G01R 31/28 (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H01M 16/00 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10710019 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2409169**

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

30 Prioridad:

18.03.2009 EP 09155534

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

14.12.2015

73 Titular/es:

**VITO NV (100.0%)
Boeretang 200
2400 Mol, BE**

72 Inventor/es:

COENEN, PETER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 553 856 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 eléctricas con medios para detectar una discontinuidad

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las células eléctricas tales como sistemas de células de combustible o de batería, y a medios para el control de las células eléctricas y medios para detectar una discontinuidad en los medios de control, especialmente para la detección de un circuito abierto en un cable o alambre del medio de control.

Antecedentes de la invención

Por lo general, las fuentes de alimentación de CC, tales como células de combustible o baterías tienen solo una diferencia de tensión baja por célula. Esto significa que las baterías o células se conectan, a menudo, en serie con el fin de obtener una tensión de trabajo útil. Es habitual proporcionar algún tipo de circuito de control para una cadena o escala de células de este tipo.

Una célula de combustible es un dispositivo que convierte la energía química en energía eléctrica, donde su funcionalidad es la siguiente: 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. Un aparato se puede conectar a continuación a través de cables o alambres al lado del ánodo y al lado del cátodo. Un sistema de células de combustible comprende diversas, al menos dos, células de combustible, en el que cada una de las células de combustible se conecta a la célula de combustible adyacente en una conexión en serie. En consideración de la tensión necesaria, un aparato se puede conectar a un número de células de combustible conectadas en serie para proporcionar la tensión apropiada. En caso de una discontinuidad en el suministro de electricidad, la tensión aplicada al aparato se baja y, por lo tanto, la función del aparato se ve afectada. Incluso peor, el combustible se puede suministrar a una célula de combustible a pesar de que no está funcionando correctamente. Como no se consume el combustible existe el peligro de que se pueda descargar al medio ambiente.

Una de las soluciones de este problema es un monitor de tensión de célula (CVM), que está disponible comercialmente. Cada una de las células de combustible se tiene que conectar al CVM por separado.

El CVM detecta una desviación de la tensión de una célula de combustible a partir de una tensión media de un sistema de células de combustible y toma acciones como la notificación de la tensión real o el apagado del sistema de células de combustible. Durante la puesta en marcha y la parada, la tensión de una célula de combustible puede caer por debajo del valor de 0 V, lo que significa que el CVM debe ser capaz de distinguir entre los estados transitorios de las células de combustible, un fallo del CVM o de una célula de combustible. Por lo tanto, se requiere una comprobación de la conectividad de los cables o alambres del CVM.

Las soluciones convencionales de la técnica anterior se demuestran, 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 se conecten en una conexión en serie que comprende un cable conectado a cada célula de combustible. Cada uno de los cables se dirige a un filtro de paso bajo, que se conecta a tierra y se suministra con electricidad mediante una fuente de tensión separada. Puesto que cada uno de los filtros de paso bajo está provisto de una fuente de tensión independiente, se necesitan dos conmutadores para cargar y descargar la capacitancia de los filtros de paso bajo, lo que hace que una comprobación de conectividad sea compleja y costosa.

El documento US 2007/0196707 A1 propone un sistema de células de combustible, que se divide en diversas porciones de células de combustible. Una comprobación de conectividad se realiza mediante la medición de la tensión de cada porción de célula de combustible en comparación con una tierra, y la amplificación de la tensión medida a través de dos filtros de paso de banda a una unidad de procesamiento de señales. La tensión sobre la porción de célula de combustible se compara después con una tensión media 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 solo la tensión de una porción de células de combustible en comparación con la tierra se puede medir y no la tensión de una sola célula de combustible, lo que hace difícil localizar la discontinuidad en uno de los cables.

La patente de Estados Unidos N° 6 255 826 desvela un dispositivo de medición de tensión de batería capaz de detectar una rotura en la línea de medición de tensión en un dispositivo de medición de tensión de batería que detecta la tensión de la batería. Los bloques se forman mediante la conexión de una pluralidad de baterías secundarias en serie y se proporcionan sensores de tensión que detectan la tensión de cada bloque. Además, antes de estos sensores de tensión se proporcionan filtros de ruido, y además, una resistencia de detección de rotura en la línea de medición para detectar una rotura en la línea de medición de tensión se conecta en paralelo a cada bloque.

La Solicitud de Patente Publicada de Estados Unidos N° 2008/143 298 desvela un dispositivo de diagnóstico de anomalías, configurado para diagnosticar una anomalía en un paquete de baterías que tiene una pluralidad de células conectadas en serie. Cada uno de una pluralidad de circuitos de detección de tensión de diagnóstico se configura para detectar la tensión a través de uno correspondiente de los circuitos de descarga. Una sección de control de diagnóstico de anomalías se configura para realizar una primera operación de diagnóstico en la que los conmutadores correspondientes a aquellos alternos de las células se activan y una segunda operación de diagnóstico en la que todos los conmutadores se activan.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de células eléctricas tal como un sistema de células de combustible, células electrolíticas o de batería, que tiene medios sencillos y baratos para el control de las células y para la detección de una discontinuidad en las conexiones a las células. La presente invención puede ser, en particular, sistemas de células eléctricas que utilizan células de combustible y Ultracaps. Los Ultracaps y las células de combustible tienen una característica común que los distingue de muchas otras células electroquímicas en que los cero voltios es una tensión de operación normal para estas últimas. La detección de la conectividad a cero voltios a través de la célula electroquímica es un objetivo particular de la presente invención.

En una realización, se proporciona un sistema de células eléctricas, por ejemplo un sistema de células de combustible, que comprende una pluralidad de células eléctricas, por ejemplo, células de combustible y pluralidad de primeras resistencias, estando la pluralidad de células eléctricas y los primeros resistores en la forma de un circuito de escalera, y filtros electrónicos que tienen cada uno una primera conexión a un primer nodo entre dos de los primeros resistores, 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 de resistores u otros tipos de resistores, tales como transistores conectados a diodos. Las resistencias se pueden conectar en una red de resistores de derivación, En una realización adicional de cada uno de los filtros electrónicos se conecta también a través de una segunda conexión a su filtro electrónico adyacente. La conexión de cada filtro electrónico al adyacente hace que los filtros electrónicos del sistema de células de combustible trabajen sin ningún tipo de suministros de tensión separadas, porque cada uno de los filtros electrónicos se conecta a su propia célula eléctrica, por ejemplo, células de combustible. De esto se deduce de que, de acuerdo con cada filtro electrónico, solo es necesario un conmutador, lo que hace que el sistema de células de combustible sea más simple y más barato.

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

Preferentemente, cada uno de los filtros electrónicos es un filtro de paso bajo. Un filtro de paso bajo tiene la ventaja de que no muestra ninguna influencia sobre una corriente continua, que es el caso para una célula de combustible y filtra la porción de alta frecuencia de los cambios de tensión, que se puede utilizar para realizar comprobaciones de conectividad.

Cada filtro electrónico se conecta a una primera o resistencia de entrada y puesto que cada una de las resistencias de entrada es un resistor de derivación para su conexión a través de la célula eléctrica correspondiente, por ejemplo, célula de combustible, y para limitar la tensión de salida de cada célula eléctrica, por ejemplo, células de combustible, las células de combustible no están nunca en circuito abierto. Una corriente eléctrica permanente que fluye a través de cada célula de combustible durante el funcionamiento limita la corrosión de carbono en las células de combustible PEM. Otra ventaja es que una resistencia de entrada ayuda a detectar la discontinuidad en el suministro de potencia eléctrica.

De acuerdo con una realización preferida adicional, cada resistencia de entrada se conecta a su resistencia de entrada adyacente. Una conexión en serie de resistencias de entrada para su conexión en paralelo a las células de combustible en un circuito de escalera proporciona un divisor de tensión, donde cada resistencia de entrada genera una tensión de entrada para el filtro electrónico correspondiente, en el que la tensión generada desde cada una de las resistencias de entrada son todas iguales.

Por lo general, una segunda o resistencia activa de cada filtro electrónico es mucho más pequeña en comparación con la primera o resistencia de entrada correspondiente. En este caso el efecto del filtro electrónico en la corriente continua de la célula de combustible es insignificante y una corriente eléctrica que fluye a través de las resistencias de entrada también es insignificante. El filtro electrónico solo afecta a la respuesta dinámica de hacer una comprobación de conectividad posible. En consecuencia, cada resistencia de entrada tiene el mismo valor, para proporcionar la misma tensión constante a cada filtro electrónico. De acuerdo con una realización preferida de la invención, una salida de cada filtro electrónico se conecta a una unidad de medición de tensión, tal como un convertidor analógico/digital, para transmitir un valor, por ejemplo, un valor digital de tensión al CVM.

De acuerdo con una realización preferida adicional de la invención, un conmutador eléctrico se dispone para cada filtro electrónico, en la que el conmutador cambia la tensión a la salida del filtro electrónico correspondiente. Al cambiar la tensión, por ejemplo, elevación o descenso, o cortocircuitar la salida de un filtro electrónico, un dispositivo de almacenamiento de carga tal como una capacitancia del filtro electrónico se carga/descarga bruscamente. En caso de una apertura de un conmutador, el dispositivo de almacenamiento de carga del filtro electrónico correspondiente se carga a través de la célula eléctrica correspondiente, por ejemplo, células de combustible de nuevo. En caso de una discontinuidad en las conexiones a la célula eléctrica, por ejemplo, célula de combustible, el dispositivo de almacenamiento de carga del filtro electrónico se carga a través de los filtros electrónicos adyacentes, en el que el proceso de carga muestra una vida media más larga. El cambio en la respuesta dinámica del dispositivo de almacenamiento de carga se detecta a través de una unidad de medición de tensión, por ejemplo un convertidor analógico-digital del CVM.

Por lo general, cada una de las células eléctricas, por ejemplo, células de combustible es para su conexión con un cable a una entrada del filtro electrónico correspondiente, manteniendo el circuito simple y barato.

En general, cada una de las células eléctricas, por ejemplo, células de combustible es para su conexión a una célula eléctrica adyacente, por ejemplo, célula de combustible, para el establecimiento de una conexión en serie de las células eléctricas que componen el sistema de células eléctricas. En general, todas las impedancias de los filtros electrónicos son iguales, para asegurarse de que en caso de discontinuidad en el suministro eléctrico, la salida de cada filtro electrónico muestre la misma tensión de salida.

De acuerdo con una mejora alternativa de la invención, una fuente de tensión externa se dispone para su conexión entre uno de los conmutadores y un primer polo, por ejemplo, un polo negativo del sistema de células eléctricas. Esta disposición hace posible la detección de una discontinuidad en un cable o alambre de conexión a tierra, que se conecta al primer polo, por ejemplo, el polo negativo del sistema de células eléctricas, ya que esto no es posible sin una fuente de tensión externa.

De acuerdo con una mejora alternativa de la invención se dispone una fuente de tensión externa para su conexión entre cada uno de los conmutadores y el primer polo, por ejemplo, el polo negativo del sistema de células eléctricas, para detectar una discontinuidad del suministro eléctrico en caso de que la célula eléctrica muestre una tensión de salida de cero voltios.

De acuerdo con una mejora alternativa en la invención, el conmutador se dispone para su acoplamiento a la célula eléctrica que comprende el primer polo, por ejemplo, el polo negativo del sistema de células eléctricas se conecta al primer polo, por ejemplo, el polo negativo de la fuente de tensión externa, para detectar una discontinuidad del suministro eléctrico en caso de que las células eléctricas muestren una tensión de salida de cero voltios y que un cable o alambre a tierra esté desconectado.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

En los dibujos:

La Figura 1 muestra un circuito de un sistema de células de combustible que comprende tres células de combustible y, correspondientemente, tres filtros de paso bajo, donde cada filtro de paso bajo se conecta al filtro de paso bajo adyacente;

La Figura 2 muestra un circuito de un sistema de células de combustible de acuerdo con la Figura 1 con una fuente de tensión externa entre un polo negativo del sistema de células de combustible y un conmutador;

La Figura 3 muestra un circuito de un sistema de células de combustible de acuerdo con la Figura 2, en el que la fuente de tensión externa se conecta a todos los tres conmutadores; y

La Figura 4 muestra un circuito de un sistema de células de combustible de acuerdo con la Figura 3, en el que el conmutador de acuerdo con la célula de combustible que comprende el polo negativo del sistema de células de combustible se conecta al polo negativo de la fuente de tensión externa.

La Figura 5 muestra un circuito de un sistema de control de tensión para una pila de células de combustible con el que se puede utilizar la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones

La presente invención se describirá con respecto a las realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no se limita a las mismas sino solamente a las reivindicaciones. Los dibujos descritos son
 5 solamente esquemáticos y no limitativos. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala para fines ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas no corresponden a reducciones reales para la práctica de la invención.

En la presente solicitud, por ejemplo, en la descripción, las reivindicaciones y los dibujos, la expresión célula
 10 eléctrica significa cualquier tipo de célula de almacenamiento o de generación de energía tal como una batería, una célula electroquímica, una célula de combustible, una célula solar o un Ultracap (un condensador electroquímico de doble capa). Por sistema de células eléctricas se entiende un sistema que comprende células eléctricas.

Adicionalmente, los términos primer, segundo, tercer y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se
 15 utilizan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Se debe entender que los términos así usados son intercambiables bajo circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria son capaces de funcionar en otras secuencias que las descritas o ilustradas en la presente memoria.

Por otra parte, los términos superior, inferior, sobre, debajo y similares en la descripción y en las reivindicaciones se
 20 utilizan con fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Se debe entender que los términos así usados son intercambiables bajo circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descrita en la presente memoria son capaces de operar en otras orientaciones que las descritas o ilustradas en la presente memoria.

Cabe señalar que la expresión "que comprende", que se utiliza en las reivindicaciones, no debe interpretarse como
 25 restringida a los medios que figuran allí; no excluye otros elementos o etapas. Por lo tanto, se debe interpretar como que especifica la presencia de las características, números enteros, etapas o componentes indicados a los que hace referencia, pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, etapas o
 30 componentes, o grupos de los mismos. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no debe limitarse a dispositivos que consisten solamente en los componentes A y B. Significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

Del mismo modo, cabe señalar que el término "acoplado", que se utiliza también en las reivindicaciones, no debe
 35 interpretarse como restringido solo a conexiones directas. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo A acoplado a un dispositivo B" no debe limitarse a dispositivos o sistemas en los que una salida del dispositivo A se conecta directamente a una entrada del dispositivo B. Significa que existe una trayectoria entre una salida de A y una entrada de B que puede ser una trayectoria que incluye otros dispositivos o medios.

La Figura 5 muestra una disposición esquemática de un Monitor de Tensión de Célula (CVM) de acuerdo con una
 40 realización de la presente invención. El CVM es para su uso con una pila de células eléctricas, tales como las células de combustible, células de baterías, células electrolíticas o similar. El CVM puede ser un dispositivo separado para su conexión a las células eléctricas y comprende conexiones a una o más Unidades de Exploración de Tensión (VSU) y un controlador principal. En una realización de la presente invención, la VSU incluye una unidad
 45 de control de tensión y, opcionalmente, conmutadores como se describirá con referencia a las Figuras 1 a 4. La VSU puede procesar previamente los datos medidos de manera que solo los datos relevantes se envían en un bus de comunicación a un controlador principal. El procesamiento previo se puede implementar en software o en otra forma de lógica programable, por ejemplo, FPGA. Un fallo de desconexión del cable en una de las conexiones da como resultado que el CVM proporcione lecturas falsas. Un objetivo de la presente invención es proporcionar un CVM en
 50 el que los fallos de conexión se pueden distinguir de los fallos de las células eléctricas.

La presente invención proporciona un dispositivo para la detección de errores de conectividad en los cables para la
 conexión a un sistema de células eléctricas. La presente invención proporciona también un sistema de células
 55 eléctricas que tiene un medio para detectar tal conectividad en el cableado a las células. La Figura 1 muestra un circuito de una célula eléctrica, por ejemplo, un sistema de células de combustible, células electrolíticas o de batería 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 CVM. Las células eléctricas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se pueden utilizar en una amplia variedad de aplicaciones, por ejemplo, para alimentar vehículos automóviles tales como autobuses, coches, motocicletas, scooters, bicicletas; o barcos, trenes, máquinas expendedoras, aspiradoras,
 60 señales de tráfico en autopistas, dispositivos electrónicos, equipamiento hospitalario, plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.

A continuación, se hará referencia a las células de combustible, pero la presente invención no se limita a las
 65 mismas. Para cada referencia a una "célula de combustible", se puede utilizar el término "célula" con lo que el término "célula" incluye células de combustible, células de batería, célula electrolítica o cualquier otra forma de célula de alimentación de CC. Una primera célula de combustible 2.1, una segunda célula de combustible 2.2 y una tercera

célula de combustible 2.3 se disponen en el orden mencionado en una conexión en serie. Un cable o alambre a tierra 3.0 se conecta opcionalmente a un primer polo, por ejemplo, el polo negativo de la primera célula de combustible 2.1, con lo 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 en un lado al segundo polo, por ejemplo, el polo positivo de la primera célula de combustible 2.1 y el primer polo, por ejemplo, el polo negativo de una segunda célula de combustible 2.2, respectivamente, y en el otro lado a la entrada de un primer filtro de paso bajo 4.1, que comprende un primer dispositivo de almacenamiento de carga, por ejemplo el condensador 4.1.1 y una primera resistencia activa 4.1.2. Una primera resistencia de entrada 5.1 se conecta al primer cable 3.1 y al cable o alambre a tierra 3.0 y opera como un resistor de derivación. Una resistencia a tierra 6 conecta el cable o alambre a tierra 3.0 y la resistencia a tierra 6, respectivamente, a la capacitancia 4.1.1 del primer filtro de paso bajo 4.1.

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

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

Es evidente que la disposición de circuito de acuerdo con el sistema de células de combustible 1.1 es capaz de continuarse con otras células de combustible y un filtro de paso bajo asociado con cada célula de combustible de manera que un enésimo cable 3.n esté en un lado conectado al segundo polo, por ejemplo, polo positivo de la enésima célula de combustible 2.n, que es el segundo polo, por ejemplo, polo positivo del sistema de células de combustible y en el otro lado a un enésimo filtro de paso bajo 4.n, que comprende un enésimo dispositivo de almacenamiento de carga, por ejemplo, una enésima capacitancia 4.n.1 y una enésima resistencia activa 4.n.2. Una enésima resistencia de entrada 5.n conecta la entrada del enésimo filtro de paso bajo 4.n y el enésimo cable 3.n, respectivamente, a la entrada del enésimo-1 filtro de paso bajo 4.n- 1 y actúa como un resistor de derivación.

Una primera salida diferencial 7.1 del primer filtro de paso bajo 4.1 se conecta a una primera unidad de control de tensión 10.1 que es opcionalmente un primer convertidor de analógico a digital (A/D) y se puede derivar por un primer conmutador 8.1. Una segunda salida diferencial 7.2 del segundo filtro de paso bajo 4.2 se conecta también a una segunda unidad de control de tensión 10.2 que es, opcionalmente, un segundo convertidor analógico a digital y se puede derivar también por un segundo conmutador 8.2. Y una salida de tercera diferencial 7.3 del tercer filtro de paso bajo 4.3 se conecta a una tercera unidad de control de tensión 10.3 que es opcionalmente un tercer convertidor analógico a digital y se puede derivar también con un tercer conmutador 8.3. Las tres unidades de control de tensión (es decir, opcionalmente, los tres convertidores analógico a digital) asociados a las salidas 7.1, 7.2 y 7.3 son parte de un CVM. Por otra parte, todas las resistencias de entradas 5.1, 5.2 y 5.3 tienen igual valor, todas las capacitancias de los tres dispositivos de almacenamiento de carga 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1 tienen igual valor, y las tres resistencias activas 4.1.2, 4.2.2 y 4.3.2 tienen igual valor. Además, las resistencias de entrada 5.1, 5.2 y 5.3 tienen un valor mucho mayor que las resistencias activas correspondientes 4.1.2, 4.2.2 y 4.3.2, por ejemplo, 5 veces, 10 veces, 20 veces mayor. Los conmutadores 8.1, 8.2 y 8.3 no necesitan tener el potencial de tierra en su polo normalmente abierto. Una tensión intermedia entre la tensión de una célula eléctrica y la tierra o una tensión mayor que la tensión de una célula eléctrica también se podría utilizar.

A continuación, las unidades de control de tensión 10.1, 10.2 y 10.3 se han omitido de los dibujos para mayor claridad. Además, aunque las unidades de control de tensión se han mostrado por separado de los conmutadores, estos componentes pueden estar todos integrados en un microcontrolador, por ejemplo.

Por lo general (esta variación no se muestra en los dibujos), una enésima salida diferencial n.7 del enésimo filtro de paso bajo 4.n se conecta a una enésima unidad de control de tensión que es, opcionalmente, un convertidor de analógico a digital (A/D) y se puede derivar por un enésimo conmutador 8.n. La enésima unidad de control de tensión asociada a la salida 7.n es también parte del CVM. Además, el valor de resistencia de la enésima resistencia de entrada 5.n es el mismo para todas las resistencias de entradas 5.1, 5.2. La capacitancia del enésimo dispositivo de almacenamiento de carga es la misma que todas las capacitancias 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1, y la enésima resistencia activa es la misma que todas las resistencias activas 4.1.2, 4.2.2 y 4.3.2.

En el caso de una operación normal, todas las tres salidas 7.1, 7.2 y 7.3 muestran la misma tensión de salida. En caso de una discontinuidad del suministro eléctrico, una desconexión o transección del segundo cable 3.2 por

ejemplo, la tensión de salida de la salida 7.2 será la tensión de la segunda célula de combustible 2.2 más la tensión de la tercera célula de combustible 2.3 dividida entre 2: $(U_{2.2} + U_{2.3})/2$. La medición de las tensiones 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 una 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, o bien $U_{2.2}$ o $C_{2.3}$. Esto hace una comprobación de conectividad alternativa necesaria.

Suponiendo que el uno de los polos de los conmutadores está al potencial de tierra por causa del argumento, para la comprobación de conectividad los tres conmutadores de 8.1, 8.2 y 8.3 se cierran de forma simultánea, lo que conduce a una descarga brusca de las tres capacitancias 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1. Los conmutadores 8.1, 8.2 y 8.3 se abren 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 de paso bajo de la célula vecina, en este caso la tercera resistencia de entrada 5.3 y el tercer filtro de paso bajo 4.3, lo que conduce a una respuesta dinámica diferente de la tensión en el condensador relevante, por ejemplo, una tensión inferior a vida media de la respuesta dinámica en la capacitancia 4.2.1 que para los demás. La segunda unidad de control de tensión, por ejemplo, convertidor de analógico a digital, mide la respuesta dinámica, por ejemplo, mide después de un retraso de tiempo predefinido después de abrir el segundo conmutador 8.2, la tensión de salida a la salida 7.2. La segunda tensión de salida 7.2 indica una mala conexión, en este caso para el segundo cable de 3.2, si la respuesta dinámica difiere de la operación normal, por ejemplo, si la segunda tensión de salida 7.2 está en el tiempo de medición más bajo que las otras tensiones de salida.

Una descripción alternativa de los circuitos de la primera realización es la siguiente que es funcionalmente equivalente a la descripción anterior. Las células eléctricas 2.1 a 2.3 se conectan en un primer circuito de escalera que comprende las células eléctricas 2.1 a 2.3 y los primeros resistores de 5.1 a 5.3. Los "peldaños" de la escalera se forman por las conexiones 3.0 a 3.3 que forman primeros nodos entre las células eléctricas 2.1 a 2.3. Los resistores 5.1 a 5.3 se conectan también en un segundo circuito de escalera con los condensadores 4.1.1 a 4.3.1. Los segundos nodos entre los resistores 5.1 a 5.3 se conectan a terceros nodos entre los dispositivos de almacenamiento de carga, por ejemplo, condensadores 4.1.1 a 4.3.1 a través de segundas resistencias 4.1.2 a 4.3.2. Los terceros nodos se conectan a las unidades de tensión de control, por ejemplo, convertidores de analógico a digital como se ha descrito anteriormente, así como a conmutadores de cortocircuito 8.1 a 8.3. La operación es como se ha descrito anteriormente. Se hace uso del cambio dinámico de las tensiones en los terceros nodos a medida que se miden por las unidades de control de tensión, por ejemplo convertidores de analógico a digital, para determinar si existe una discontinuidad en el cableado.

Con la comprobación de conectividad de acuerdo con la primera realización, una mala conexión en el cable a tierra 3.0 conduce a una salida de tensión diferencial 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 control y para realizar una comprobación de conectividad en el cable o alambre a tierra 3.0 un circuito de acuerdo con una segunda realización como se muestra en la Figura 2 es el preferido. El circuito de acuerdo con la Figura 2 es equivalente al circuito de acuerdo con la Figura 1, con la diferencia, de que una fuente de tensión externa 9 se conecta con un polo, por ejemplo, su polo positivo en el primer conmutador 8.1 y con su otro polo, por ejemplo, su polo negativo a la resistencia a tierra 6, por lo que la tensión de la fuente de tensión externa 9 puede ser cualquier tensión arbitraria adecuada, por ejemplo, el suministro de tensión del circuito de control de tensión o una tensión de referencia que difiere de la tensión nominal de una célula eléctrica.

Si el cable o alambre a tierra 3.0 se desconecta y el primer conmutador 8.1 se cierra, una corriente eléctrica del suministro de tensión externo 9 se hace fluir a través del primer filtro de paso bajo 4.1, la primera resistencia de entrada 5.1 y la resistencia a tierra 6. En caso de abrir el primer conmutador 8.1, la primera capacitancia 4.1.1 se descarga o carga, por lo que la respuesta dinámica de carga/descarga es mucho más lenta, por ejemplo, la tensión a vida media es mucho menor que en el caso de un cable o alambre a tierra intacto 3.0, lo que se puede detectar por la unidad de control de tensión relevante, por ejemplo, convertidor de analógico a digital.

Dado que la tensión de una célula de combustible puede bajar hasta el valor de 0 V, una comprobación de conectividad de acuerdo con la Figura 1 y/o Figura 2 podría dar resultados falsos. En este caso, un circuito de una célula de alimentación, por ejemplo, sistema de células de combustible 1.3 de acuerdo con la tercera realización de la presente invención como se muestra en la Figura 3 se puede utilizar, donde el segundo polo, por ejemplo, el polo positivo de una fuente de tensión externa 9 se conecta a cada uno de los conmutadores 8.1, 8.2 y 8.3 y el primer polo, por ejemplo, polo negativo de la fuente de tensión externa 9 se conecta a la resistencia a tierra 6. De nuevo la tensión de salida de la fuente de tensión externa 9 puede ser cualquier tensión arbitraria. El primer a tercer dispositivos de almacenamiento de carga, por ejemplo, primera capacitancia 4.1.1, segunda capacitancia 4.2.1 y tercera capacitancia 4.3.1 se conectan todos entre la resistencia correspondiente 4.1.2, 4.2.2 y 4.2.3 y la tierra, en lugar de conectarse a la salida del filtro de paso bajo adyacente, que es el caso para los circuitos 1.1 y 1.2 correspondientes a la Figura 1 y a la Figura 2. El primer a tercer dispositivos de almacenamiento de carga, por ejemplo, la primera capacitancia 4.1.1, la segunda capacitancia 4.2.1 y la tercera capacitancia 4.3.1 y las resistencias correspondientes 4.1.2.4.2.2 y 4.2.3 forman los filtros de paso bajo.

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

Dado que las tres células eléctricas, por ejemplo, células de combustible muestran una tensión de cero voltios las tres resistencias de entrada 5.1, 5.2 y 5.3 se pueden considerar como en corto circuito, durante la operación normal. En caso de una discontinuidad en el suministro eléctrico, una transección del segundo cable 3.2, por ejemplo, un segundo conmutador cerrado 8.2 hace que la corriente eléctrica de la fuente de tensión externa 9 fluya a través de la segunda resistencia de entrada 5.2 y la tercera resistencia de entrada 5.3, lo que hace que vida media de descarga de la segunda capacitancia 4.2.1 sea mayor que durante una operación normal. Este hecho es detectable por el CVM a la segunda salida 7.2.

Nuevamente el circuito 1.3 no es capaz de medir una mala conexión del cable o alambre a tierra 3.0; esta discrepancia se evita en un circuito 1.4, de acuerdo con la Figura 4. En el circuito 1.4, el suministro de tensión externo 9 se conecta con su segundo polo, por ejemplo, polo positivo solo al segundo conmutador 8.2 y al tercer conmutador 8.3, pero no a el primer conmutador 8.1, y el primer polo, por ejemplo, el polo negativo de la fuente de tensión externa 9 se conecta a el primer conmutador 8.1 y a la resistencia 6.

Si el primer conmutador 8.1 se cierra, la primera capacitancia 4.1.1 está en cero voltios, ya que ambos electrodos de la primera capacitancia 4.1.1 se conectan al mismo potencial eléctrico. Si el primer conmutador 8.1 se abre de nuevo, la primera capacitancia 4.1.1 se carga a través de la primera resistencia activa 4.1.2 y la resistencia de tierra 6, ya que la primera resistencia de entrada 5.1 está cortocircuitada por la primera célula de combustible 2.1. Si el cable o alambre a tierra 3.0 se desconecta, la primera resistencia de entrada 5.1 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 a tierra 6 y la primera resistencia de entrada 5.1, lo que hace que vida media de carga de la primera capacitancia 4.1.1 mucho más larga. Este hecho es detectable por el CVM a través de la primera salida 7.1.

Como se ha indicado anteriormente, las unidades de control de tensión incluyen convertidores de analógico a digital. Estos pueden ser parte de un microcontrolador, que puede incluir también los tres conmutadores del mismo modo. La fuente de tensión externa 9 también puede ser parte del microcontrolador, lo que simplifica la conmutación de la fuente de tensión externa 9 entre los tres conmutadores 8.1, 8.2 y 8.3. Por lo tanto, la conmutación de los tres conmutadores 8.1, 8.2 y 8.3 se puede controlar también por el microcontrolador. Por ejemplo, el microcontrolador puede tener pines de entrada analógicos que se pueden utilizar para controlar las tensiones de 7.1 a 7.3, por ejemplo, el microcontrolador tiene un convertidor de analógico a digital para la conversión de los valores de entrada analógicos en valores digitales. También de acuerdo con una realización adicional, las entradas analógicas se pueden programar para funcionar temporalmente como pines de salida digitales con una señal de nivel lógico bajo y, opcionalmente, una señal de nivel lógico alto. Por tanto, los pines de entrada analógicos pueden controlar las tensiones 7.1... 7.3 de cualquiera de las realizaciones anteriores (en cuyo caso los conmutadores 8.1-3 están en un circuito abierto) o pueden cambiar a un nivel lógico bajo que implementa de manera efectiva un conmutador de cortocircuito. Esto implementa de manera efectiva los conmutadores 8.1,... 8,3 como en la Figura 1 sin necesidad de hardware adicional, proporcionando de este modo la descarga de los condensadores 4.1.1, 4.2.1 y 4.3.1. Esto es posible porque los puntos de medición de las tensiones 7.1 a 7.3 en todas las realizaciones son idénticos a los nodos de contacto de los conmutadores 8.1 a 8,3.

De acuerdo con una realización adicional, se proporciona una salida digital de alto nivel sobre un pin aplicando de este modo la conmutación a una fuente de tensión externa como, por ejemplo, al conmutador 8.1 de la Figura 2, cargando el condensador 4.1.1 en la fuente de potencia del microcontrolador. De acuerdo con una realización adicional, el microcontrolador no solo mide las tensiones de célula, por ejemplo a través de entradas analógicas, y también para proporcionar las funciones de conmutación de los conmutadores 8.1-3, sino que también está programado para adaptar la configuración de la VSU con una cualquiera de las realizaciones mostradas en las Figuras 1 a 4. Opcionalmente, el microcontrolador puede incluir software de decisión para decidir cuál es la configuración más apropiada (por ejemplo, cuál de las configuraciones de las Figuras 1, 2, 3 o 4 es mejor para su aplicación). El control de la respuesta de tensión dinámica del tiempo de carga de los condensadores después de abrir 8.1...8.3, por ejemplo, hasta el momento de la adquisición de las tensiones 7.1 a 7.3 se puede realizar fácilmente por el microcontrolador. También pueden compararse los valores adquiridos durante la comprobación de la conectividad con el valor esperado e informar solo el estado de la conexión, por ejemplo, a un controlador principal

(no mostrado) del CVM.

5 El microcontrolador se puede implementar como hardware, software informático, o combinaciones de ambos. El microcontrolador puede incluir un procesador de finalidad general, un procesador incrustado, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programable en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o transistor lógica, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Un procesador se puede implementar también como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de una FPGA y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con una FPGA, o cualquier otra configuración.

10 Todas las comprobaciones de conectividad para todas las células en una pila se pueden realizar por todas las unidades de control de tensión al mismo tiempo. El resultado de la comprobación de conectividad es solo un bit por canal de adquisición por lo que la sobrecarga de comunicación para informar de los resultados de vuelta al controlador principal es muy limitada.

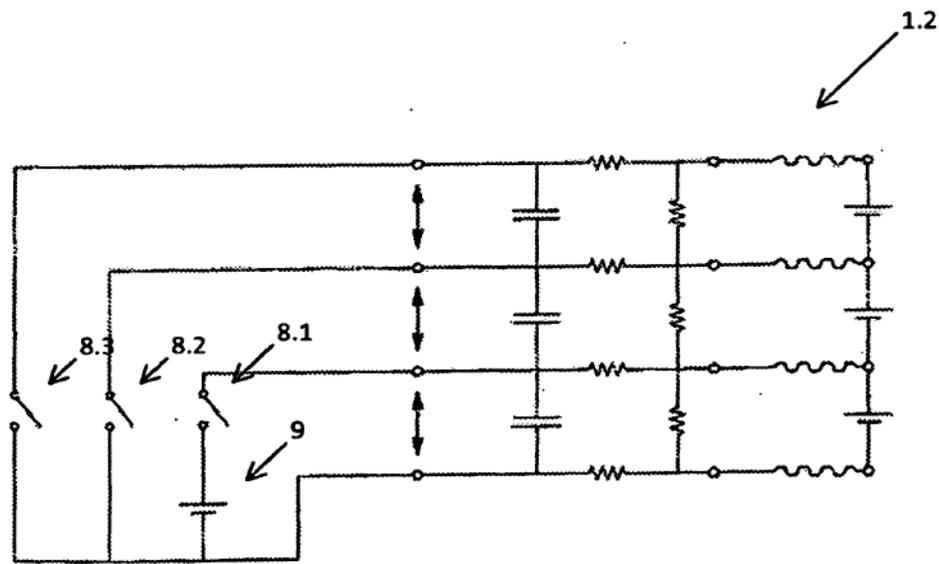
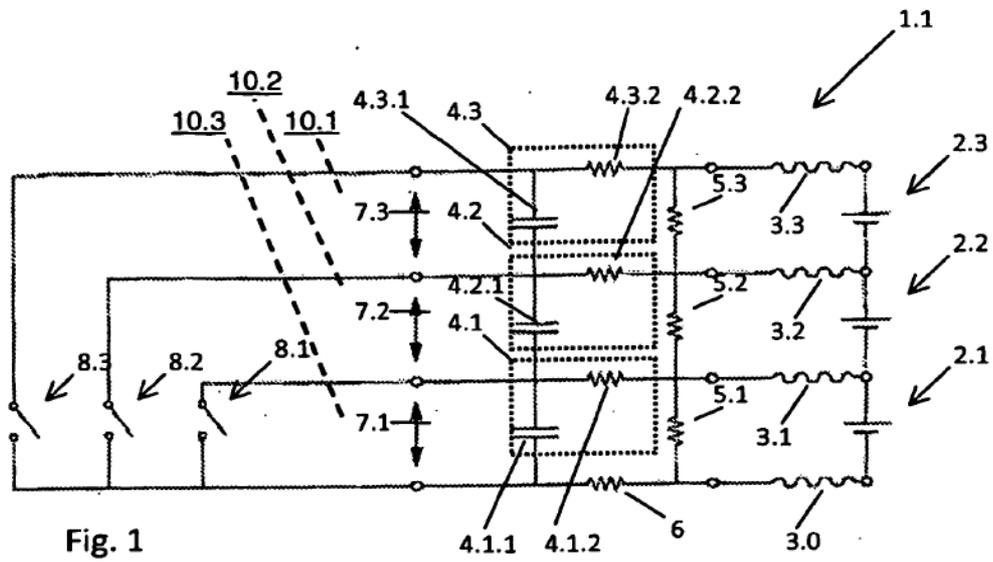
15 Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, tal ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones divulgadas estando solamente limitada por las reivindicaciones adjuntas. Otras variaciones a las realizaciones divulgadas se pueden comprender y efectuar por aquellos expertos en la materia durante la implementación de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, 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 reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se puede utilizar ventajosamente. Cualquier signo de referencia en las

20

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de células eléctricas (1.1) con un dispositivo para la detección de una discontinuidad en las conexiones eléctricas a células eléctricas (2.1, 2.2, ...) en el sistema de células eléctricas (1.1), comprendiendo el sistema:
- 10 una pluralidad de células eléctricas (2.1, 2.2,...) y una pluralidad de filtros electrónicos (4.1, 4.2,...), teniendo cada uno una conexión a un electrodo de una célula eléctrica, comprendiendo cada uno de la pluralidad de filtros electrónicos una primera resistencia (4.1.2, 4.2.4,...) y un condensador (4.1.1, 4.1.2,...) conectado a la primera resistencia, estando el sistema adaptado para:
- 15 descargar simultáneamente los condensadores manteniendo al mismo tiempo las conexiones a las células eléctricas,
recargar simultáneamente los condensadores de las células eléctricas, comprendiendo además una unidad de control de tensión para controlar una tensión dinámica en los condensadores para determinar si hay una discontinuidad en las conexiones eléctricas a las células eléctricas.
- 20 2. El sistema de células eléctricas de la reivindicación 1, en el que el dispositivo para la detección comprende:
- una pluralidad de n segundas resistencias (5.1, 5.2,...), estando cada una de la pluralidad de las n segundas resistencias conectada como un resistor de derivación de una célula eléctrica asociada de modo que las n células eléctricas y las n segundas resistencias forman un circuito de escalera,
n filtros electrónicos (4.1, 4.2,...), teniendo cada filtro electrónico una primera conexión a un primer nodo del
25 circuito de escalera entre dos de las segundas resistencias (5.1, 5.2,...), en donde el dispositivo comprende además n conmutadores (8.1, 8.2,...), estando cada uno de los n conmutadores conectado a una salida de un filtro electrónico.
- 30 3. El sistema de células eléctricas de la reivindicación 2, en el que los filtros electrónicos se proporcionan como filtros de paso bajo.
4. El sistema de células eléctricas de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, en el que cada una de las primeras resistencias se conecta a una primera resistencia adyacente, respectivamente.
- 35 5. El sistema de célula eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en el que todas las primeras resistencias tienen igual valor.
6. El sistema de células eléctricas de cualquier reivindicación anterior, en el que una salida de cada filtro electrónico está conectado a la unidad de control de tensión.
- 40 7. El sistema de células eléctricas de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que cada una de las células eléctricas es para su conexión a una conexión en una entrada de un filtro electrónico correspondiente.
8. El sistema de células eléctricas de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que cada una de las células eléctricas es para su conexión a una célula eléctrica adyacente en una conexión en serie.
- 45 9. El sistema de células eléctricas de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que las impedancias de los filtros electrónicos son iguales entre sí.
10. El sistema de célula eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que hay dispuesta una fuente de tensión externa para su conexión entre uno de los conmutadores y un polo negativo del sistema de células eléctricas.
- 50 11. El sistema de célula eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que hay dispuesta una fuente de tensión externa para su conexión entre cada uno de los conmutadores y un primer polo del sistema de células eléctricas.
- 55 12. El sistema de células eléctricas de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el conmutador para su acoplamiento con la célula eléctrica que comprende el primer polo del sistema de células eléctricas está conectado al primer polo de la fuente de tensión externa.
- 60



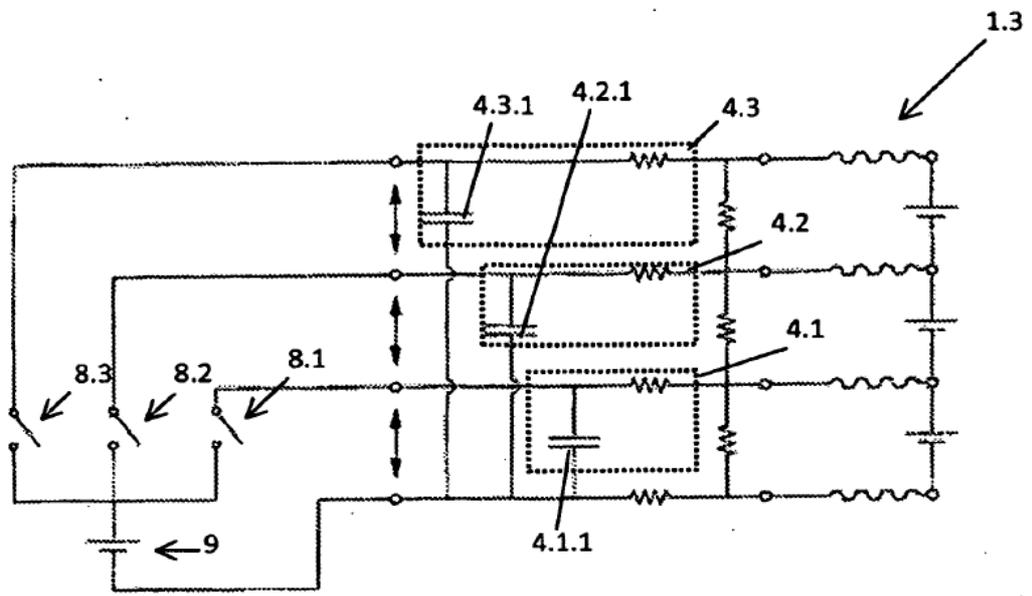


Fig. 3

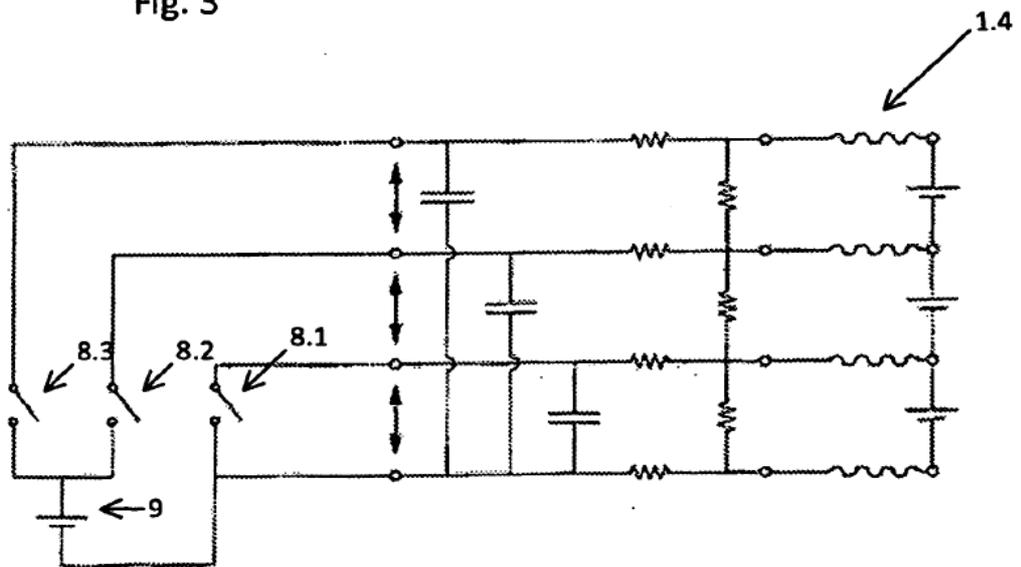


Fig. 4

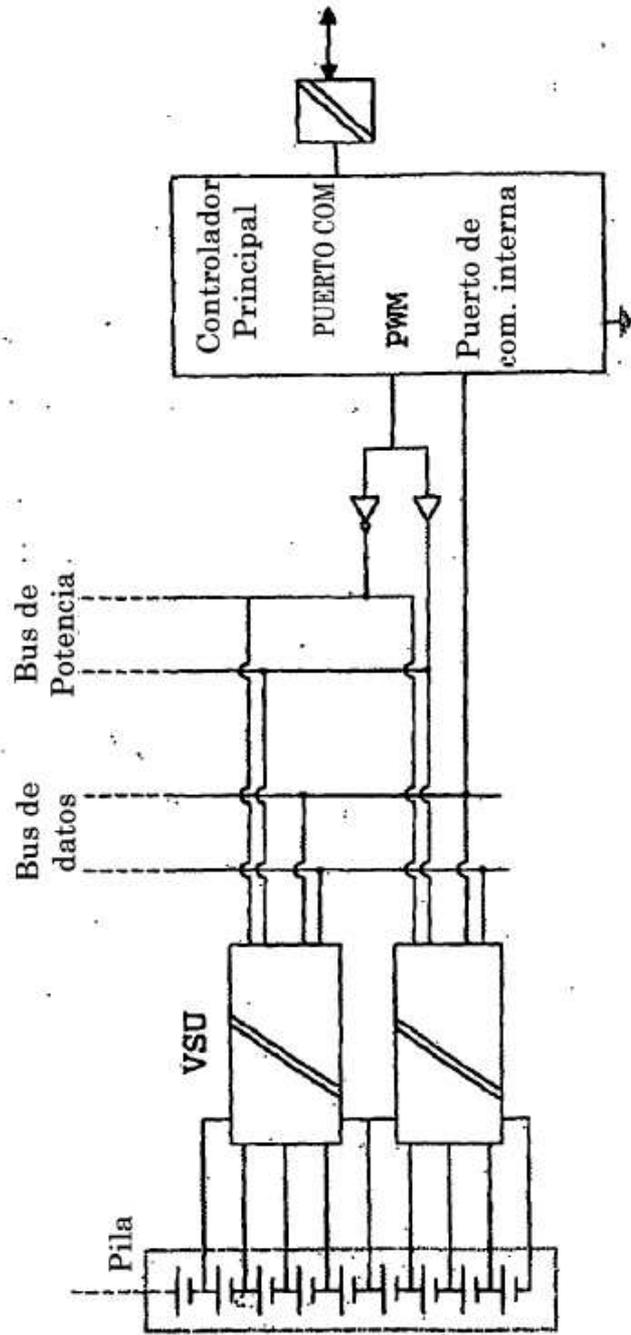


Fig. 5