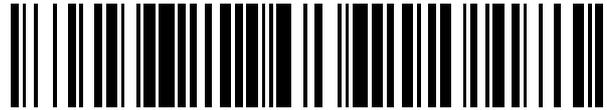


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 726**

51 Int. Cl.:

H01M 16/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06008315 .1**

96 Fecha de presentación: **21.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1848058**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **Sistema de alimentación de energía eléctrica, con un sistema de células de combustible y un reformador, y un convertidor de continua a continua**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

13.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

13.12.2012

73 Titular/es:

**TRUMA GERÄTETECHNIK GMBH & CO. KG
(100.0%)
WERNHER-VON-BRAUN-STRASSE 12
85640 PUTZBRUNN, DE**

72 Inventor/es:

**SCHIEGL, ANDREAS y
FRANK, REINHARD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 392 726 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 alimentación de energía eléctrica, con un sistema de células de combustible y un reformador, y un convertidor de continua a continua

5 La presente invención hace referencia a un sistema de alimentación de energía eléctrica, de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1, con un sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

10 Se conocen sistemas de alimentación de energía eléctrica, que se utilizan en vehículos a motor, particularmente vehículos a motor para el tiempo libre, como vehículos de caravana, barcos y yates. Esta clase de sistemas de alimentación de energía eléctrica, también se denominan unidades de potencia auxiliar (APU). En esta clase de sistemas APU se utilizan con más frecuencia los sistemas compuestos por células de combustible y un reformador, que se encuentran interconectados a través de un convertidor de continua a continua (convertidor CC/CC) con una batería auxiliar o bien, de a bordo del vehículo a motor. Un sistema compuesto por células de combustible y un reformador, presenta convencionalmente un reformador para la conversión de hidrocarburos en un gas hidrogenado y, al menos, una célula de combustible para generar energía eléctrica a partir del gas hidrogenado. Un sistema de esta clase se conoce, por ejemplo, de la patente DE 199 32 781.

15 Además, el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, se utiliza por una parte, para garantizar la alimentación de la red de a bordo del vehículo a motor y, por otra parte, para cargar la batería que, por su parte, se puede utilizar también para la alimentación de la red de a bordo.

20 El término "célula de combustible" se utiliza a continuación para simplificar, también para una unidad compuesta por una pluralidad de células de combustible individuales apiladas, es decir, por ejemplo, una pila de células de combustible.

25 El convertidor de continua a continua se utiliza para adaptar la energía eléctrica suministrada por la célula de combustible, de una manera apropiada para el dispositivo consumidor. Además, el convertidor de continua a continua se puede conformar como un convertidor elevador o reductor. Además, preferentemente se utiliza un convertidor elevador, dado que de esta manera se puede mantener reducido el número de células de combustible individuales en una pila de células de combustible.

30 El nivel de tensión de entrada del convertidor elevador, es decir, la tensión de trabajo suministrada por la célula de combustible, se obtiene a partir del número de células individuales de la pila de células de combustible, multiplicado por la tensión de trabajo de las células individuales. Dicha tensión de trabajo se encuentra convencionalmente entre 0,5 y 0,65 V, de manera tal que en una pila de células de combustible de, por ejemplo, once células, se puede obtener una tensión de trabajo de, por ejemplo, 6 V. El convertidor elevador puede elevar dicha tensión de entrada a una tensión de salida o bien, de trabajo de, por ejemplo, 12 V. Naturalmente, el sistema también se puede diseñar también para otras tensiones de la red de a bordo (por ejemplo, 24 V, 42 V).

35 Ante un deterioro en el rendimiento de la célula de combustible, por ejemplo, mediante un suministro reducido de gas desde el reformador, o ante la intoxicación del catalizador en la célula de combustible mediante CO, se reduce la potencia eléctrica generada por la célula de combustible. En el caso de los sistemas de alimentación de energía eléctrica conocidos del estado del arte, el convertidor de continua a continua siempre intenta absorber una corriente determinada de la célula de combustible. Sin embargo, dado que el deterioro del rendimiento de la célula de combustible, genera una reducción en la potencia de salida completa a disposición, se reduce forzosamente la tensión requerida por la célula de combustible. Sin embargo, cuando la tensión presente en la célula de combustible resulta muy baja, existe el riesgo de que se invierta la polaridad de las células individuales en la pila. Además, el coeficiente de rendimiento eléctrico de la célula de combustible ya no se puede mantener, hecho que no bajo ninguna circunstancia permite un funcionamiento económico de la célula de combustible.

45 A partir de la patente US 6,590,370 B1 se conoce un sistema de alimentación de energía eléctrica, con una célula de combustible y un convertidor de continua a continua, en donde la tensión de salida de la célula de combustible se mantiene constante mediante el hecho de que se regula con la ayuda de una la regulación de potencia del convertidor de continua a continua de la corriente absorbida. El convertidor de continua a continua, absorbe en correspondencia la cantidad de corriente requerida para poder mantener constante la tensión de salida de la célula de combustible.

Un sistema de alimentación de tensión similar se conoce de la patente DE 44 31 747 A1.

50 Cuando el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, se utiliza para cargar la batería, por una parte, se debe definir un criterio de puesta en marcha para el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, con el fin de evitar una descarga total de la batería. Por otra parte, para el proceso de carga se debe predeterminar un límite superior, como por ejemplo, el alcance de la tensión de gaseado de la batería (por ejemplo, 14,2 V ó 14,4 V), con el fin de evitar de manera considerable daños en la batería o electrólisis en la batería.

55 En la patente DE 199 32 781 se describe una conexión en paralelo entre un célula de combustible y una batería para la alimentación de la red de a bordo de vehículos a motor. Además de la puesta en marcha y la desconexión

conocida del proceso de carga, mediante un límite de tensión inferior y un límite de tensión superior de la batería, se puede realizar una activación de la célula de combustible cuando se excede una carga de red de a bordo preajutable.

5 En dicho sistema existe la desventaja de que un exceso por un tiempo reducido de la carga de la red de a bordo preajutable, por ejemplo, mediante la utilización de un secador de cabello en un vehículo de caravana, la carga o bien, la corriente de descarga presente en la batería, incrementa el valor límite predeterminable, mientras que la tensión de la batería pasa a un nivel inferior en relación con un valor determinado predeterminable. En este caso, se inicia de inmediato el sistema APU, y se activa el sistema compuesto por células de combustible y un reformador. De esta manera, resultan suficientes los picos de carga por un periodo reducido de pocos segundos, hasta minutos, para poner en marcha el sistema compuesto por células de combustible y un reformador. Sin embargo, generalmente esto no resulta necesario, dado que los picos de carga de periodos reducidos conducen a una reducción considerable del nivel de tensión de batería en un tiempo reducido, sin embargo, la carga de la batería sólo se reduce de manera insignificante. La tensión de la batería se incrementa nuevamente después de la desconexión de la carga. De esta manera, se generan puestas en marcha frecuentes y no necesarias del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, que reducen el coeficiente de rendimiento total y que no resulta ventajoso para la vida útil de dicho sistema.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema de alimentación de energía eléctrica, en el que se evitan las desventajas del estado del arte.

20 Dicho objeto se resuelve, conforme a la presente invención, mediante un sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1. Además, se proporcionan métodos operacionales para el sistema de alimentación de energía eléctrica.

25 Un sistema de alimentación de energía eléctrica conforme a la presente invención, presenta un convertidor de continua a continua conectado con la célula de combustible de un sistema compuesto por células de combustible y un reformador, para la provisión de un tensión de salida predeterminada, debido a la tensión generada por la célula de combustible. Además, se proporciona un valor de tensión de trabajo como valor objetivo para la tensión a generar por la célula de combustible. Conforme a la presente invención, el convertidor de continua a continua se conforma de manera que la tensión límite inferior del lado de la entrada del convertidor de continua a continua, corresponda esencialmente al valor de tensión de trabajo.

30 La igualación de la tensión límite inferior y la tensión de trabajo, logra que ante un deterioro en el rendimiento de la célula de combustible, el nivel de tensión de la célula de combustible se mantenga mediante el convertidor de continua a continua, mientras que la corriente de salida de la célula de combustible desciende en correspondencia con una curva característica de las células de combustible, a ajustar actualmente. De esta manera, se puede mantener el coeficiente de rendimiento eléctrico de la célula de combustible. Se reduce el riesgo de una inversión de la polaridad de las células individuales en una pila de células de combustible.

35 La tensión límite inferior es el nivel de tensión de entrada que es predeterminado por el convertidor de continua a continua, mediante su conformación y sus componentes. El convertidor de continua a continua requiere de un accionamiento con una tensión que corresponda, al menos, a la tensión límite inferior.

40 En dicho contexto, no se requiere obligatoriamente que la tensión límite inferior corresponda de manera exacta al valor de tensión de trabajo. Más bien, se admite también una divergencia de hasta menos 10 % del valor de la tensión de trabajo, de manera tal que la tensión límite inferior pueda pasar a un nivel inferior en relación con el valor de tensión de trabajo, dentro de dicho margen de tolerancia.

45 La igualación de la tensión de trabajo y la tensión límite inferior, se puede utilizar también en la puesta en marcha o la desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador. El reformador, después de alcanzar su temperatura de funcionamiento, siempre justo después de una determinada fase de puesta en marcha de algunos minutos, puede proporcionar la cantidad de gas necesaria para la célula de combustible. En dicho periodo de tiempo, en los sistemas conocidos compuestos por células de combustible y un reformador, el gas hidrogenado generado se utiliza de manera térmica, en general, en quemadores de gas de escape adicionales y dimensionados para una cantidad de gas máxima, sin embargo, no se utiliza para producir energía eléctrica en la célula de combustible.

50 Sin embargo, mediante la conformación del convertidor de continua a continua conforme a la presente invención (particularmente del convertidor elevador) se garantiza que la tensión de la célula de combustible (o de la pila de células de combustible) no pueda descender por debajo del nivel de la tensión de trabajo, de esta manera, después del inicio del proceso de reformación en el reformador, se incrementa con una cantidad en aumento de gas hidrogenado, también la corriente de salida de la célula de combustible. De esta manera, también se incrementa la potencia de salida del convertidor de continua a continua, que puede ser utilizada por un dispositivo consumidor. De esta manera, los quemadores de gas de escape adicionales se pueden suprimir o se pueden dimensionar de manera considerablemente más reducida, dado que de lo contrario, la cantidad no utilizada de gas hidrogenado

ahora se puede utilizar a tiempo para generar corriente. De esta manera, se reduce también la fase de puesta en marcha del sistema de alimentación de energía eléctrica.

El mismo efecto se puede utilizar en la desconexión del sistema, con el fin de liberar el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, del hidrógeno. Con una cantidad de gas que decrece, en la finalización del proceso de reformación, desciende manteniendo el nivel de la tensión de trabajo de la corriente de salida de la célula de combustible, desde un valor máximo de corriente, en el caso ideal hasta cero, cuando el hidrógeno completo se utiliza en el sistema (reformador, conductos, células de combustible). Sin embargo, además cuando se pasa a un nivel inferior en relación con un valor de corriente límite, puede resultar importante separar eléctricamente la célula de combustible del convertidor de continua a continua, para evitar una inversión eventual de la polaridad de las células individuales, debido al desabastecimiento de gas. El hidrógeno que aún permanece en el sistema, se purga finalmente mediante un gas portador (por ejemplo, vapor de agua del evaporador del reformador) y/o otros gases de lavado, como por ejemplo, aire.

De acuerdo con ello, mediante el convertidor de continua a continua se puede manipular la energía eléctrica generada por la célula de combustible, de manera que ante una variación de la energía eléctrica que puede ser suministrada por la célula de combustible, se pueda mantener la tensión presente en la célula de combustible, esencialmente en el nivel del valor de la tensión de trabajo, mientras que la corriente suministrada por la célula de combustible a través del convertidor de continua a continua, se modifica de una manera particularmente proporcional, análoga a la variación de energía.

El convertidor de continua a continua puede estar conectado con la célula de combustible y con una batería, de manera tal que se pueda cargar la batería con la energía eléctrica de la célula de combustible. De esta manera, la batería forma parte del sistema de alimentación de energía eléctrica, y es capaz de atender las exigencias de corriente o de carga en un periodo de tiempo reducido, sin que resulte necesario iniciar siempre el sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

Para poder realizar de manera económica una puesta en marcha o bien, una desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, se puede proporcionar un dispositivo de control para la puesta en marcha o bien, la desconexión en relación con un estado de funcionamiento de la batería. El dispositivo de control genera una puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, cuando el estado de funcionamiento ha alcanzado, al menos, uno de los siguientes criterios de puesta en marcha:

- Exceso de un valor límite de amperios-horas, para una corriente de descarga de la batería integrada en el tiempo. Como en el estado del arte, de esta manera se monitoriza la corriente de descarga de la batería. Sin embargo, justo cuando la corriente de descarga integrada en un periodo de tiempo determinado, excede el valor límite de amperios-horas predeterminado, el dispositivo de control genera una puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador. En este caso, se parte del hecho de que la absorción de energía eléctrica de la batería ha sido de una magnitud tal que, por una parte, resulta rentable poner en marcha el sistema compuesto por células de combustible y un reformador y, por otra parte, evitar un daño de la batería, por ejemplo, mediante la descarga total. El valor límite de amperios-horas se proporciona en correspondencia, de manera tal que, en primer lugar, se deba absorber una parte considerable de la energía almacenada en la batería, antes de poner en marcha el sistema compuesto por células de combustible y un reformador: De esta manera, los picos de carga de un periodo de tiempo reducido, que se pueden alimentar sin problemas mediante la capacidad de la batería, no inician la puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

- Paso a un nivel inferior de un valor límite inferior de la tensión, para una tensión de batería, al menos, durante un periodo de tiempo predeterminado de baja tensión. En el caso de dicha variante simplificada para un criterio de puesta en marcha, se monitoriza sólo la tensión de la batería. En el caso de dicho criterio de puesta en marcha, la tensión de la batería se debe encontrar por debajo del valor límite inferior predeterminado de la tensión, a lo largo de un periodo de tiempo determinado, para generar una puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

- Paso a un nivel inferior de un valor límite de carga de batería, mediante un estado de carga de la batería, en donde el estado de carga se puede determinar mediante la corriente de descarga, la tensión de batería que existe simultáneamente, y las curvas características de la batería previamente conocidas para la batería. En el caso de dicho criterio de puesta en marcha, se parte del hecho de que la clase de batería y las propiedades de la batería resultan conocidas. En correspondencia, también se dispone de las curvas características convencionales de la batería, particularmente la proporción de la corriente de descarga, la tensión de la batería y el estado de carga. Para una corriente de descarga medida y una tensión de batería existente, se puede deducir el estado de carga mediante las curvas características conocidas. El estado de carga se puede indicar, por ejemplo, de manera porcentual en una proporción en relación con una carga total (100 %). Además, el estado de carga es independiente del tiempo. Cuando se pasa a un nivel inferior en relación con el valor límite predeterminado de carga de batería, se establece que la batería se encuentra descargada en un nivel determinado, con lo cual se puede poner en marcha el sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

Después de la puesta en marcha del sistema de células de combustible y un reformador, la batería se carga mediante el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, hasta que el nivel de tensión de la batería se aproxime a la tensión de gaseado de la batería. El desarrollo en el tiempo del proceso de carga, depende de la capacidad de la batería, la temperatura de la batería, el nivel de la corriente de descarga a través del dispositivo consumidor eléctrico en el vehículo a motor, y el nivel de la corriente de carga, que puede proporcionar el sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

Hasta alcanzar la tensión de gaseado de la batería, la carga se realiza con una corriente o bien, una potencia aproximadamente constante. Después, el convertidor de continua a continua mantiene la tensión de la batería constante, mientras que la corriente de carga desciende a cero (carga de compensación).

Sin embargo, cuando se alcanza la tensión de gaseado de la batería, la carga de la batería asciende, por ejemplo, sólo a alrededor del 70 a 80 % de su capacidad nominal. Justo cuando en la fase de tensión constante a continuación, la batería se carga durante varias horas, resulta posible cargar la batería hasta alcanzar su capacidad nominal.

En la fase de tensión constante, la corriente de carga se reduce hasta cero, como se ha explicado anteriormente. En la medida en que se reduce la corriente de carga, se reduce también la potencia de salida requerida del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, que se requiere para cargar la batería. El sistema compuesto por células de combustible y un reformador puede, ya sea adaptar o reducir su potencia de salida, hecho que principalmente en el caso de los sistemas de células de combustible y reformador, de potencia reducida (unos 100 W), requieren de un trabajo de regulación desproporcionadamente elevado, o bien conduce a un consumo de energía propia relativamente elevado de las unidades periféricas, o en el funcionamiento estacionario se genera una cantidad innecesaria de gas hidrogenado en el reformador, que no se puede utilizar para la producción de energía en la célula de combustible. Para garantizar un funcionamiento económico con coeficientes de rendimiento (eléctricos) elevados, de manera complementaria o alternativa a los criterios de puesta en marcha anteriormente definidos, el dispositivo de control puede generar una desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, cuando el estado de funcionamiento ha alcanzado, al menos, uno de los siguientes criterios de desconexión:

- Alcance de un valor límite superior de la tensión, mediante la tensión de batería y, a continuación, después de transcurrido un periodo de seguimiento predeterminado. De acuerdo con ello, el dispositivo de control monitoriza, en primer lugar, si la tensión de la batería alcanza el valor límite superior de tensión. El valor límite superior de la tensión puede corresponder, por ejemplo, a la tensión de gaseado de la batería específica para la clase de batería. Como una tensión de gaseado de la batería se entiende convencionalmente un valor de tensión para una batería, por encima del cual el electrolito se comienza a descomponer de manera intensa en sus componentes, particularmente en hidrógeno y oxígeno (electrólisis). En correspondencia con ello, se debe evitar que la batería alcance una tensión mayor a la tensión de gaseado de la batería, con el fin de evitar daños permanentes. Después de alcanzar el valor límite superior de la tensión, mediante el convertidor de continua a continua sólo se aplica a la batería una tensión constante, que corresponde esencialmente a la tensión de gaseado de la batería, para evitar un incremento adicional de la tensión de la batería y, de esta manera, un daño de dicha batería. La tensión constante se mantiene durante el periodo de seguimiento predeterminado, de manera que se pueda lograr una carga mejorada de la batería. Después de transcurrido el periodo de seguimiento, se presenta el criterio de desconexión de manera que el dispositivo de control inicia la desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

- Paso a un nivel inferior de un valor límite inferior de la corriente de salida, mediante una corriente de salida de la célula de combustible, durante un periodo de tiempo predeterminado de la corriente de salida inferior. Dicho criterio representa, de cierto modo, una inversión del criterio de desconexión anteriormente mencionado. Cuando la tensión de la batería alcanza la tensión de gaseado de la batería, y en vista de ello se mantiene constante, en la fase de tensión constante a continuación, la corriente de carga de la batería desciende hasta cero. En tanto que no se encuentre conectado ningún dispositivo consumidor adicional, de esta manera también desciende la corriente de salida de la célula de combustible. Cuando se pasa a un nivel inferior del valor límite inferior de la corriente de salida, que se puede determinar en el dispositivo de control, se puede desconectar el sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

Dicho criterio se puede aplicar también cuando además de la batería se conecta también, al menos, un dispositivo consumidor relevante que absorbe, al menos, una parte de la corriente de salida de la célula de combustible. En tanto que el dispositivo consumidor absorbe corriente de la célula de combustible en una medida considerable, el sistema compuesto por células de combustible y un reformador debe permanecer en funcionamiento, también cuando la batería ya no recibe corriente de carga, dado que se ha cargado completamente. Por el contrario, cuando el dispositivo consumidor ya no absorbe corriente de salida, dado que, por ejemplo, dicho dispositivo ha sido desconectado, se puede desconectar el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, cuando simultáneamente tampoco circula corriente de carga o sólo circula una corriente de carga reducida hacia la batería.

De acuerdo con la definición del criterio de desconexión, la corriente de salida debe pasar a un nivel inferior del valor límite inferior de la corriente de salida, dentro de un periodo de tiempo predeterminado para la corriente de salida

inferior. El periodo de tiempo para la corriente de salida inferior, por una parte, se puede seleccionar extremadamente reducido, de manera tal que un único paso a un nivel inferior por un periodo reducido del valor límite de la corriente de salida, se valora como un criterio de desconexión. De la misma manera, el periodo de tiempo para la corriente de salida inferior se puede definir de manera que la corriente de salida, a lo largo de un periodo de tiempo más prolongado, se deba encontrar por debajo del valor límite de la corriente de salida, hasta que se desconecte el sistema.

En lugar de la monitorización de la corriente de salida, también se puede monitorizar la potencia de salida eléctrica del sistema compuesto por células de combustible y un reformador o bien, del convertidor de continua a continua. Cuando la potencia eléctrica de salida pasa a un nivel inferior de un valor límite predeterminado, esto se evalúa como un indicio de que la batería se encuentra lo suficientemente cargada, y que no operan dispositivos consumidores relevantes. Dado que para determinar la potencia eléctrica se requiere la medición de la corriente de salida y de la tensión de la batería o bien, la tensión de salida del convertidor de continua a continua, la monitorización de la potencia eléctrica se considera como idéntica a la monitorización de la corriente de salida. En este aspecto, la monitorización de la potencia eléctrica de salida no representa ningún criterio de desconexión independiente en relación con la monitorización de la corriente de salida.

- Paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de utilización, mediante un coeficiente de utilización de gas de la célula de combustible. En el caso de dicho criterio de desconexión, se evalúa el coeficiente de utilización de gas, es decir, la proporción de la fracción de hidrógeno utilizado en relación con la fracción de hidrógeno no utilizado en el gas. Cuando el coeficiente de utilización de gas resulta muy reducido, es decir, que en la célula de combustible se convierte en corriente una fracción muy reducida del hidrógeno a disposición, esto se considera un indicio de que la batería se encuentra sobrecargada o bien, que se encuentran conectados dispositivos consumidores, de manera que el sistema de células de combustible y reformador se puede desconectar mediante el dispositivo de control.

- Paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de rendimiento, mediante un coeficiente de rendimiento eléctrico del sistema compuesto por células de combustible y un reformador. Dicho criterio de desconexión se basa en la monitorización del coeficiente de rendimiento eléctrico, es decir, en las proporciones del contenido energético de los hidrocarburos suministrados al reformador, y de la corriente generada por la célula de combustible. Cuando se obtiene una corriente insuficiente a partir del combustible suministrado al sistema compuesto por células de combustible y un reformador, ya no se logra un funcionamiento económico, de manera que se puede desconectar el sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

Con el sistema de alimentación de energía eléctrica conforme a la presente invención, se pueden cargar baterías de a bordo hasta alcanzar valores elevados de la capacidad, simultáneamente con un modo operacional notablemente económico del sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

Los parámetros, particularmente, el valor límite de amperios-horas, el valor límite inferior de la tensión, el periodo de tiempo de baja tensión, el valor límite de carga de la batería, las curvas características de la batería, el valor límite superior de la tensión, el periodo de seguimiento, el valor límite inferior de la corriente de salida, el periodo de tiempo de la corriente de salida inferior, el valor límite del coeficiente de utilización y/o el valor límite del coeficiente de rendimiento, se pueden almacenar en el dispositivo de control. Dichos parámetros pueden variar de acuerdo con los diferentes tipos de baterías. Por lo tanto, dichos parámetros se pueden almacenar en el dispositivo de control, de manera que se asignen respectivamente a diferentes tipos de baterías (forma constructiva, capacidad). De esta manera, el sistema de alimentación de energía eléctrica se puede dotar de diferentes tipos de baterías, en donde el dispositivo de control es capaz de realizar procedimientos de puesta en marcha o bien, de desconexión para el respectivo tipo de batería actual. Los parámetros se pueden almacenar, por ejemplo, también en forma de diagramas característicos o curvas características.

El coeficiente de utilización de gas de la célula de combustible se determina mediante la proporción de la corriente eléctrica generada por la célula de combustible, en relación con la cantidad de hidrógeno que se suministra en total desde el reformador a la célula de combustible. De esta manera, dicho coeficiente corresponde a la proporción de la fracción de hidrógeno utilizada y la no utilizada en el gas, y es un criterio para un funcionamiento económico de la célula de combustible.

El gas hidrogenado utilizado por la célula de combustible, se puede determinar de una manera más simple mediante la medición de la corriente generada por la célula de combustible. Se parte del hecho de que el reformador proporciona una cantidad de gas constante conocida, entonces cuando la corriente generada por la célula de combustible desciende, también se utiliza menos gas en la célula de combustible. La corriente generada por la célula de combustible, es directamente proporcional a la cantidad de gas que se utiliza en la célula de combustible. De esta manera, mediante la medición de la corriente generada por la célula de combustible, también se puede determinar directamente la cantidad de gas utilizada por la célula de combustible.

El valor límite decisivo del coeficiente de utilización para el coeficiente de utilización de gas, se puede encontrar dentro de un rango de 30 a 90 %, particularmente dentro de un rango de 40 a 60 %. En el caso de un paso a un nivel inferior de dicho valor límite, aún no se puede lograr un funcionamiento económico de la célula de combustible,

dado que la célula de combustible utiliza una cantidad muy reducida del gas hidrogenado, que se genera de manera costosa en el reformador.

5 El coeficiente de rendimiento eléctrico requerido en el criterio de desconexión alternativo, se determina mediante la proporción de la corriente eléctrica generada por la célula de combustible, en relación con el contenido energético de los hidrocarburos suministrados al reformador. En tanto que, por ejemplo, los hidrocarburos se suministren al reformador en forma de gas licuado, de esta manera se puede medir el coeficiente de rendimiento eléctrico a partir de la proporción de la corriente generada por la célula de combustible, y del contenido energético del gas licuado suministrado al reformador. La cantidad de gas licuado utilizado se puede determinar de una manera conocida con un caudalímetro, etc., mientras que la corriente generada por la célula de combustible se mide mediante un amperímetro.

10 El valor límite del coeficiente de rendimiento se puede encontrar dentro de un rango de entre 0 y 30 %, particularmente entre 5 y 15 %. Por debajo del valor límite del coeficiente de rendimiento, ya no se garantiza un funcionamiento económico del sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

15 El dispositivo de control se puede encontrar acoplado con uno o una pluralidad de dispositivos de medición, para la medición de, al menos, uno de los parámetros de medición mencionados anteriormente, que consisten en la corriente de descarga, la tensión de batería, la corriente eléctrica generada por la célula de combustible, la corriente de carga de la batería, el gas hidrogenado utilizado por la célula de combustible, y/o la cantidad de hidrocarburos suministrados al reformador. De esta manera, los dispositivos de medición se realizan en primer lugar, mediante unidades de medición de tensión, corriente o de tiempo, aunque también mediante otros tipos de unidades de medición.

20 La batería puede ser una batería de a bordo de un vehículo a motor, que se puede utilizar para la alimentación de dispositivos consumidores eléctricos, como por ejemplo, sopladores de la calefacción, instalaciones de aire acondicionado, electrónica de entretenimiento y/o luz. En el caso del vehículo a motor, se puede tratar de un vehículo de camping o de caravana, un vehículo industrial o también un barco o un yate. Los vehículos a motor presentan convencionalmente una batería de a bordo como una batería de compensación, para garantizar a corto plazo una alimentación de corriente autónoma.

25 El sistema de alimentación de energía eléctrica conforme a la presente invención, logra magnitudes de potencia preferidas de hasta aproximadamente 3 kW_{e1}, particularmente potencias entre 50 y 500 W_{e1}. Como combustibles preferidos para el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, se utilizan propano, butano o bien, mezclas de propano y butano. Sin embargo, también se pueden utilizar otros compuestos de hidrocarburos fluidos o gaseosos (por ejemplo, diesel, gasolina, metanol y biocombustibles) con la preparación correspondiente del combustible.

30 El sistema compuesto por células de combustible y un reformador, además de estar compuesto por el reformador y por la célula de combustible, convencionalmente también por subsistemas correspondientes, como ventiladores, bombas, sistemas de medición, control y regulación. También el convertidor de continua a continua se incluye generalmente en el sistema compuesto por células de combustible y un reformador.

35 Como método de trabajo para el reformador, resultan apropiados todos los métodos de reformación conocidos, como por ejemplo, la reformación autotérmica, la reformación de vapor, la oxidación parcial y el craqueo.

40 Como célula de combustible se pueden utilizar también todos los tipos conocidos, en donde se han comprobado como particularmente apropiadas las células de combustible con membrana de electrolito polimérico. Además, una célula de combustible también puede estar compuesta por una pluralidad de células de combustible individuales. El término "célula de combustible" es también usual para un apilamiento (pila) de células de combustible individuales.

45 El convertidor de continua a continua se puede conformar ya sea como un convertidor elevador o un convertidor reductor. Resulta apropiado principalmente un convertidor elevador, dado que de esta manera se puede mantener reducida la cantidad de células de combustible individuales en una pila, y a pesar de ello se logra una tensión de funcionamiento lo suficientemente elevada.

La energía eléctrica requerida para la puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, se puede obtener de la batería.

50 Un método operacional para la puesta en marcha del sistema de alimentación de energía eléctrica, garantiza que en la puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, la tensión de salida de la célula de combustible se mantenga en el nivel del valor de la tensión de trabajo. Un incremento de la corriente de salida de la célula de combustible se realiza en relación con la energía eléctrica proporcionada por la célula de combustible.

55 En el caso de un método operacional para la desconexión del sistema de alimentación de energía eléctrica, se detiene en primer lugar el funcionamiento del reformador, mientras que simultáneamente se mantiene la tensión de salida de la célula de combustible en el nivel del valor de la tensión de trabajo, mediante el convertidor de continua a

continua. Un descenso de la corriente de salida de la célula de combustible se realiza en relación con la energía que puede ser suministrada por la célula de combustible.

5 Finalmente, se proporciona un método operacional para un dispositivo de alimentación de energía eléctrica, conforme a la presente invención, que predetermina especificaciones para una puesta en marcha y/o una desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador. Para la puesta en marcha o bien, la desconexión, de manera análoga son válidos los criterios de puesta en marcha o de desconexión explicados anteriormente.

A continuación, se explica más en detalle la presente invención mediante un ejemplo con la ayuda de las figuras incluidas. Muestran:

10 Fig. 1 de una manera esquemática, un sistema de alimentación de energía eléctrica conforme a la presente invención, para un dispositivo consumidor eléctrico;

Fig. 2 un diagrama en el cual se registran la corriente de carga y la tensión de carga a lo largo del periodo de tiempo de carga; y

15 Fig. 3 un diagrama con la variación de una curva característica de la célula de combustible, cuando se pone en marcha y cuando se desconecta la célula de combustible.

La figura 1 muestra en una representación esquemática, un sistema de alimentación de energía eléctrica conforme a la presente invención, para alimentar un dispositivo consumidor eléctrico 1.

20 El sistema de alimentación de energía eléctrica presenta un reformador 2, al cual se suministra hidrocarburo, por ejemplo, gas propano, gas butano o una mezcla de dichos gases, desde una reserva de combustible 3. El reformador 2 convierte los hidrocarburos suministrados, de una manera conocida, en un gas hidrogenado, que se suministra a una célula de combustible 4.

25 La célula de combustible 4 se conforma de una manera conocida, y está compuesta, por ejemplo, por una pluralidad de células de combustible individuales. La célula de combustible 4 es capaz de generar energía eléctrica a partir del gas hidrogenado suministrado por el reformador 2, para permitir circular particularmente una corriente eléctrica con una tensión constante (por ejemplo, 0,55 V por célula individual). Dado que la conformación y el modo de funcionamiento de una célula de combustible 4 de esta clase resultan conocidos, no resulta necesaria una descripción más detallada.

La célula de combustible 4 se encuentra acoplada con un convertidor de continua a continua 5 (convertidor CC/CC), que opera como un convertidor elevador o como un convertidor reductor.

30 Suponiendo que la célula de combustible 4 está compuesta, por ejemplo, por once células individuales conectadas en serie, la célula de combustible 4 puede generar, por ejemplo, una tensión de 6 V. Dicha tensión se puede elevar en el convertidor de continua a continua 5, a una tensión de funcionamiento de 12 V. En correspondencia, como compensación se reduce la corriente útil. Naturalmente, también se pueden emplear otros valores de tensión.

35 Con el convertidor de continua a continua 5 se encuentra conectada de manera paralela una batería 6, de manera que el convertidor de continua a continua 5 se puede utilizar para cargar la batería 6, con el sistema compuesto por células de combustible y un reformador 2, 4, asignado a dicho convertidor. La batería 6 puede ser particularmente una batería de a bordo en un vehículo a motor para el tiempo libre.

40 El convertidor de continua a continua 5 y la batería 6 se acoplan con conexiones 7, a las que se puede conectar el dispositivo consumidor eléctrico 1 (o también una pluralidad de dispositivos consumidores). De esta manera, se pueden utilizar de manera alternativa o complementaria, el convertidor de continua a continua 5 (con el reformador 2 y la célula de combustible 4) y la batería 6, para alimentar el dispositivo consumidor eléctrico 1.

45 Al sistema compuesto por células de combustible y un reformador 2, 4, al convertidor de continua a continua 5, y a la batería 6, se asigna un dispositivo de control 8, con el cual se puede generar, entre otros, una puesta en marcha y/o una desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador 2, 4, en relación con un estado de funcionamiento de la batería. Además, la puesta en marcha o la desconexión se realizan mediante el hecho de que el dispositivo de control 8 comprueba la existencia de criterios para la puesta en marcha o bien, para la desconexión.

De acuerdo con un primer criterio de puesta en marcha, se utiliza un exceso de un valor límite de amperios-horas, para una corriente de descarga de la batería 6 integrada a lo largo del tiempo.

50 Como segundo criterio de puesta en marcha, complementario o alternativo, se utiliza un paso a un nivel inferior del valor límite inferior de la tensión, para la tensión de batería, al menos, durante un periodo de tiempo predeterminado de baja tensión.

Como tercer criterio de puesta en marcha, complementario o alternativo, se utiliza un paso a un nivel inferior de un valor límite de carga de batería, mediante un estado de carga de la batería, en donde el estado de carga se puede determinar mediante la corriente de descarga, la tensión de batería que existe simultáneamente, y las curvas características de la batería previamente conocidas para la batería, y almacenadas en el dispositivo de control 8.

- 5 El dispositivo de control 8 se puede diseñar de manera que pueda comprobar la existencia sólo de un criterio, sin embargo, también de una pluralidad de criterios de puesta en marcha. Cuando el criterio se cumple, el dispositivo de control 8 reconoce que la batería 6 ya ha sido descargada de manera intensa, mediante el dispositivo consumidor eléctrico 1 o bien, mediante la descarga espontánea, de manera tal que se requiere de una recarga de la batería 6. En correspondencia, el dispositivo de control 8 genera una puesta en marcha del sistema de células de combustible y un reformador 2, 4, de manera que la batería 6 se pueda cargar nuevamente mediante el convertidor de continua a continua 5.

Para la desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador 2, 4, existen cuatro criterios de desconexión que se comprueban de manera complementaria o alternativa mediante el dispositivo de control 8:

- 15 De acuerdo con un primer criterio de desconexión, se comprueba el alcance de un valor límite superior de tensión mediante la tensión de la batería, con lo cual se puede aplicar una tensión constante en la batería 6, mediante el convertidor de continua a continua 5. La tensión constante se mantiene a lo largo de un periodo de tiempo en correspondencia con el transcurso de un periodo de tiempo de seguimiento predeterminado, para continuar la carga de la batería 6. Durante dicho periodo de tiempo de seguimiento, con una tensión constante, se reduce la corriente de carga suministrada por el convertidor de continua a continua 5. De esta manera, se evita un exceso, por ejemplo, del valor límite correspondiente a la tensión de gaseado de la batería.

- 20 Como segundo criterio de desconexión, se utiliza un paso a un nivel inferior de un valor límite inferior de la corriente de salida, mediante la corriente de salida de la célula de combustible 4, durante un periodo de tiempo predeterminado para la corriente de salida inferior. Además, se considera que la corriente de salida, en el caso ideal, desciende hasta cero cuando la batería se encuentra completamente cargada. Por lo tanto, un paso a un nivel inferior del valor límite de la corriente de salida, se toma como un indicio de que la batería se encuentra lo suficientemente cargada.

- 25 Como tercer criterio de desconexión, se utiliza la determinación de un paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de utilización, mediante un coeficiente de utilización de gas de la célula de combustible. Además, resulta decisiva la cantidad de gas hidrogenado que se puede utilizar efectivamente mediante la célula de combustible, para generar corriente eléctrica.

30 Como cuarto criterio de desconexión alternativo o complementario, se utiliza un paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de rendimiento, mediante un coeficiente de rendimiento eléctrico del sistema compuesto por células de combustible y un reformador 2, 4.

- 35 La figura 2 muestra el desarrollo de la corriente de carga y la tensión de carga, en un proceso de carga. De esta manera se puede reconocer que ante una potencia de carga constante, la corriente de carga desciende levemente durante la carga de la batería (desde aproximadamente 17,5 A hasta 16 A), mientras que la tensión de carga se incrementa desde un valor comparativamente reducido (13 V), a un valor mayor (tensión de gaseado de la batería 14,4 V).

- 40 Tan pronto como la tensión de carga ha alcanzado el valor de tensión de gaseado de la batería, cambia el modo de carga. Con la ayuda del convertidor de continua a continua 5, se cuida que la tensión de carga se mantenga constante en el valor de la tensión de gaseado de la batería (14,4 V). Como compensación, la corriente de carga desciende casi hasta cero, en tanto que ningún dispositivo consumidor 1 absorba corriente de la batería 6.

- 45 Después de transcurrido el tiempo de seguimiento y, se cumple finalmente el criterio de desconexión (marcación "A" en la figura 2), de manera que el dispositivo de control 8 desconecta el sistema compuesto por células de combustible y un reformador 2, 4 ("tiempo de detención" en la figura 2). En dicha fase se ajusta el funcionamiento del reformador 2, mientras que la célula de combustible 4 aún utiliza el hidrógeno restante.

De esta manera, la batería se puede cargar considerablemente hasta alcanzar su capacidad nominal.

La figura 3 muestra la curva característica de una célula de combustible, en la que la tensión de la célula de combustible se registra sobre la corriente suministrada por la célula de combustible.

- 50 La línea KL de trazo continuo, corresponde a una curva característica de la célula de combustible en el funcionamiento normal, en el que en el punto de trabajo existe una tensión de trabajo U_A , y se suministra una corriente I_{max} .

- 55 La célula de combustible se encuentra conectada con un convertidor de continua a continua, que se conforma de manera tal que su tensión límite inferior U_G corresponda esencialmente al valor de la tensión de trabajo U_A , o se encuentre dentro de un margen de tolerancia de hasta menos 10 % del valor de la tensión de trabajo U_A . De esta

manera, el convertidor de continua a continua permite que ante una variación de la energía eléctrica generada por la célula de combustible, se mantenga la tensión esencialmente en el nivel del valor de la tensión de trabajo U_A . Por el contrario, la corriente suministrada por la célula de combustible se puede modificar en relación con la potencia suministrada por la célula de combustible.

- 5 Dicho proceso se representa en la figura 3 mediante las curvas características de la célula de combustible de trazo interrumpido. Cuando se desconecta el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, se prolonga la curva característica de trabajo KL mediante la reducción de la energía eléctrica, en la figura 3 hacia la izquierda (sentido de la flecha "detención"), de manera que para la tensión de trabajo constante U_A , se reduce la corriente de salida original I_{max} . De esta manera, teóricamente la célula de combustible se puede descender hasta un valor de corriente cero, manteniendo la tensión de trabajo U_A . Sin embargo, es importante definir un límite inferior de corriente I_G , por debajo del cual la célula de combustible ya no debe suministrar potencia alguna.
- 10

- 15 Cuando se pone en marcha el sistema compuesto por células de combustible y un reformador, el método se realiza de manera inversa: Tan pronto como la célula de combustible es capaz de suministrar la corriente límite inferior I_G con una tensión de trabajo U_A , la potencia se puede absorber de la célula de combustible. Con una alimentación en incremento de la célula de combustible con gas hidrogenado y, de esta manera, un incremento del rendimiento, la curva característica se prolonga hacia la derecha (sentido de la flecha "inicio"), hasta alcanzar finalmente la curva característica del funcionamiento KL. La corriente límite inferior I_G no necesariamente debe ser idéntica en la puesta en marcha y en la desconexión.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de alimentación de energía eléctrica, con
- 5 - un sistema de células de combustible y un reformador, con un reformador (2) para la conversión de hidrocarburos en un gas hidrogenado y con, al menos, una célula de combustible (4) para generar energía eléctrica a partir del gas hidrogenado, en forma de una tensión y una corriente; y con
- un convertidor de continua a continua (5) conectado con la célula de combustible (4), para la provisión de un tensión de salida predeterminada, debido a la tensión generada por la célula de combustible (4);
- en donde se predetermina un valor de tensión de trabajo como un valor objetivo para la tensión a generar mediante la célula de combustible en el funcionamiento normal;
- 10 **caracterizado porque,**
- el convertidor de continua a continua (5) se conforma de manera que la tensión límite inferior del lado de la entrada del convertidor de continua a continua, corresponda esencialmente al valor de tensión de trabajo de la célula de combustible (4); y porque
- 15 - mediante el convertidor de continua a continua (5) se puede manipular la energía eléctrica entregada por la célula de combustible (4), de manera que ante una variación de la energía eléctrica generada por la célula de combustible (4), se pueda mantener la tensión proporcionada por la célula de combustible, esencialmente en el nivel del valor de la tensión de trabajo, mientras que la corriente suministrada por la célula de combustible al convertidor de continua a continua (5), se modifica de una manera particularmente proporcional, análoga a la variación de energía,
- 20 2. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la tensión límite inferior se encuentra en un rango alrededor del valor de la tensión de trabajo, con una divergencia admisible de hasta menos 10 % del valor de la tensión de trabajo.
3. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** el convertidor de continua a continua (5) se conecta con la célula de combustible (4) y con una batería (6), para cargar la batería (6) con la energía eléctrica de la célula de combustible (4).
- 25 4. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** se proporciona un dispositivo de control (8) para la puesta en marcha y/o la desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4), en relación con un estado de funcionamiento de la batería (6), de manera tal que
- 30 - el dispositivo de control (8) genera una puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4), cuando el estado de funcionamiento ha alcanzado, al menos, uno de los siguientes criterios de puesta en marcha:
- + Exceso de un valor límite de amperios-horas, para una corriente de descarga integrada en el tiempo, de la batería (6);
- 35 + Paso a un nivel inferior de un valor límite inferior de la tensión, para una tensión de batería, al menos, durante un periodo de tiempo predeterminado de baja tensión;
- + Paso a un nivel inferior de un valor límite de carga de batería, mediante un estado de carga de la batería (6), en donde el estado de carga se puede determinar mediante la corriente de descarga, la tensión de batería que existe simultáneamente, y las curvas características de la batería previamente conocidas para la batería (6);
- y/o de manera que
- 40 - el dispositivo de control (8) genera una desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4), cuando el estado de funcionamiento ha alcanzado, al menos, uno de los siguientes criterios de desconexión:
- + Alcance de un valor límite superior de la tensión, mediante la tensión de batería y, a continuación, después de transcurrido un periodo de seguimiento (y) predeterminado;
- 45 + Paso a un nivel inferior de un valor límite inferior de la corriente de salida, mediante una corriente de salida de la célula de combustible (4), durante un periodo de tiempo predeterminado de la corriente de salida inferior;
- + Paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de utilización, mediante un coeficiente de utilización de gas de la célula de combustible (4);
- 50 + Paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de rendimiento, mediante un coeficiente de rendimiento eléctrico del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4).

5. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** durante el transcurso del periodo de seguimiento (y) predeterminado, mediante el convertidor de continua a continua (5) se puede aplicar una tensión constante en la batería (6), ante una reducción continua y simultánea de la corriente de carga.
- 5 6. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** el valor límite superior de la tensión, corresponde a un valor de tensión para una tensión de gaseado de la batería (6).
7. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** los parámetros, particularmente, el valor límite de amperios-horas, el valor límite inferior de la tensión, el periodo de tiempo de baja tensión, el valor límite de carga de batería, las curvas características de la batería, el valor
- 10 8. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** los parámetros se encuentran almacenados de manera que se asignan respectivamente a diferentes tipos de baterías.
- 15 9. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado porque** el coeficiente de utilización de gas de la célula de combustible (4) se determina mediante la proporción de la corriente eléctrica generada por la célula de combustible (4), en relación con la cantidad de hidrógeno que se suministra a la célula de combustible (4).
- 20 10. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado porque** el valor límite del coeficiente de utilización se encuentra dentro de un rango de 30 a 90 %, particularmente dentro de un rango de 40 a 60 %.
- 25 11. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado porque** el coeficiente de rendimiento eléctrico se determina mediante la proporción de la corriente eléctrica generada por la célula de combustible (4), en relación con el contenido energético de los hidrocarburos suministrados al reformador (2).
- 30 12. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 11, **caracterizado porque** el valor límite del coeficiente de rendimiento se encuentra dentro de un rango de entre 0 y 30 %, particularmente entre 5 y 15 %.
- 35 13. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 12, **caracterizado porque** el dispositivo de control (8) se encuentra acoplado con uno o una pluralidad de dispositivos de medición, para la medición de, al menos, uno de los parámetros de medición que consisten en la corriente de descarga, la tensión de batería, la corriente eléctrica generada por la célula de combustible (4), el gas hidrogenado utilizado por la célula de combustible (4), y/o la cantidad de hidrocarburos suministrados al reformador (2).
- 40 14. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** la batería (6) es una batería de a bordo de un vehículo a motor.
- 45 15. Sistema de alimentación de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado porque** la energía eléctrica necesaria para poner en marcha el sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4), se puede tomar de la batería (6).
- 50 16. Método operacional para poner en marcha un sistema de alimentación de energía eléctrica, de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, con las siguientes etapas
- puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4);
 - mantenimiento de la tensión de salida de la célula de combustible (4) en el nivel del valor de tensión de trabajo;
 - incremento de la corriente de salida de la célula de combustible (4) en relación con la energía que puede ser suministrada por la célula de combustible (4).
17. Método operacional para desconectar un sistema de alimentación de energía eléctrica, de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, con las siguientes etapas
- detención del funcionamiento del reformador (2);
 - mantenimiento de la tensión de salida de la célula de combustible (4) en el nivel del valor de tensión de trabajo;
 - descenso de la corriente de salida de la célula de combustible (4) en relación con la energía que puede ser suministrada por la célula de combustible (4).

18. Método operacional de acuerdo con la reivindicación 16 ó 17, que presenta las siguientes etapas

- puesta en marcha del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4), cuando el estado de funcionamiento de la batería (6) ha alcanzado, al menos, uno de los siguientes criterios de puesta en marcha:

5 + Exceso de un valor límite de amperios-horas, para una corriente de descarga integrada en el tiempo, de la batería (6);

+ Paso a un nivel inferior del valor límite inferior de la tensión, para la tensión de batería, al menos, durante un periodo de tiempo predeterminado de baja tensión;

10 + Paso a un nivel inferior de un valor límite de carga de batería, mediante un estado de carga de la batería (6), en donde el estado de carga se puede determinar mediante la corriente de descarga, la tensión de batería que existe simultáneamente, y las curvas características de la batería previamente conocidas para la batería (6);

y/o

- desconexión del sistema compuesto por células de combustible y un reformador, cuando el estado de funcionamiento/estado de carga ha alcanzado, al menos, uno de los siguientes criterios de desconexión:

15 + Alcance de un valor límite superior de la tensión, mediante la tensión de batería y, a continuación, después de transcurrido un periodo de seguimiento (y) predeterminado;

+ Paso a un nivel inferior de un valor límite inferior de la corriente de salida, mediante una corriente de salida de la célula de combustible (4), durante un periodo de tiempo predeterminado de la corriente de salida inferior;

+ Paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de utilización, mediante un coeficiente de utilización de gas de la célula de combustible (4);

20 + Paso a un nivel inferior de un valor límite del coeficiente de rendimiento, mediante un coeficiente de rendimiento eléctrico del sistema compuesto por células de combustible y un reformador (2, 4).

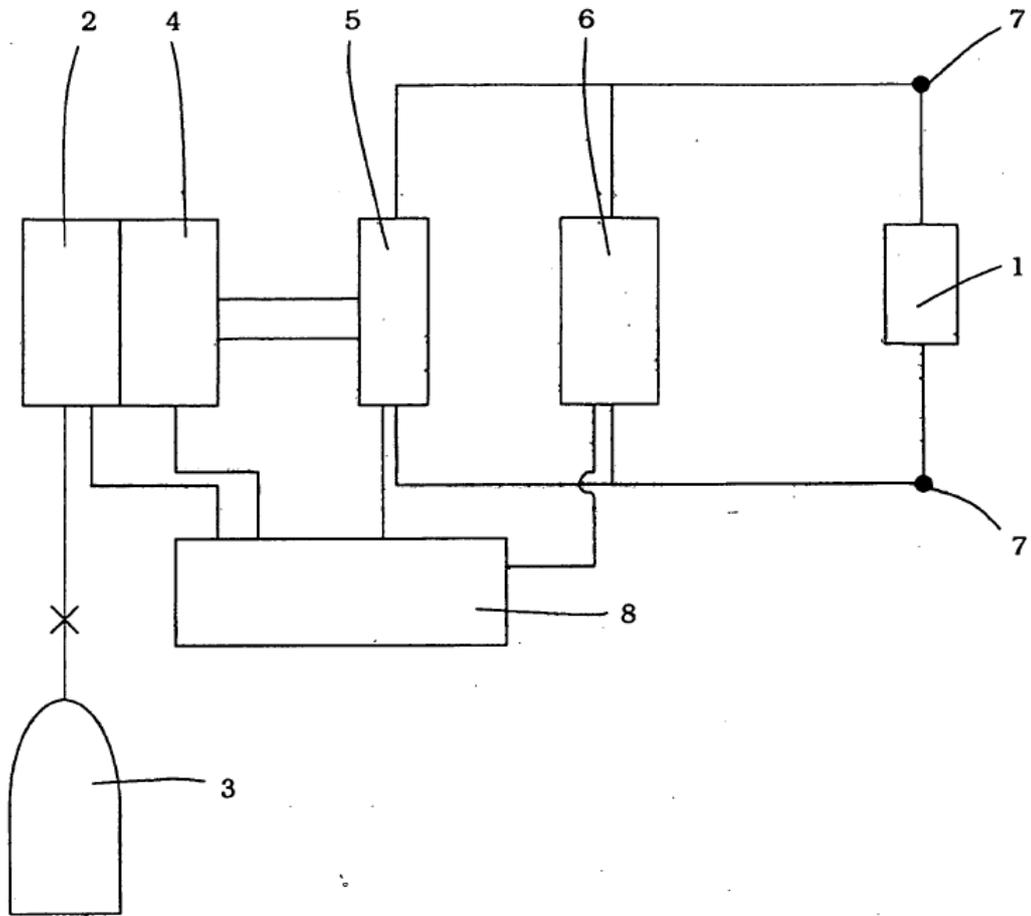


Fig. 1

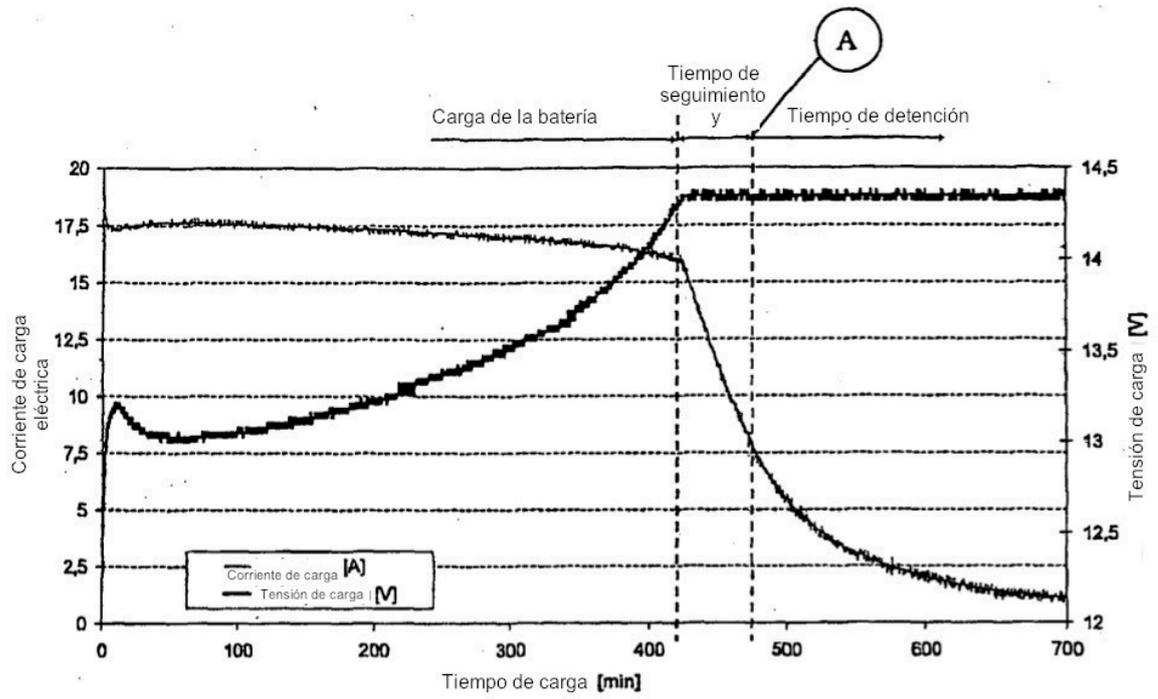


Fig. 2

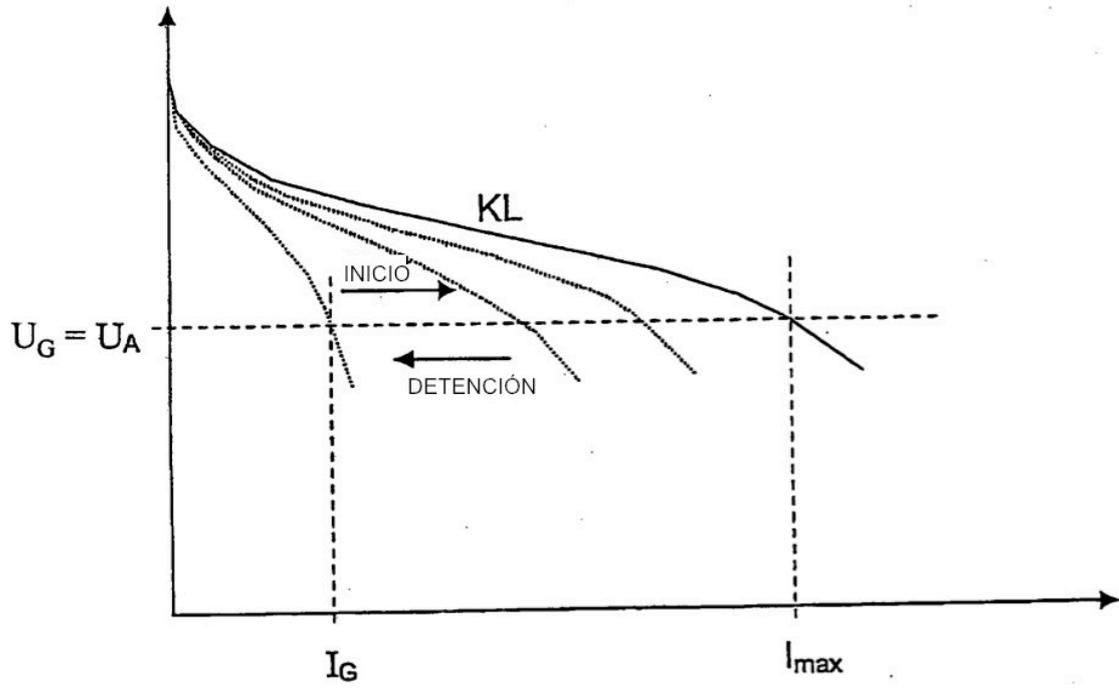


Fig. 3