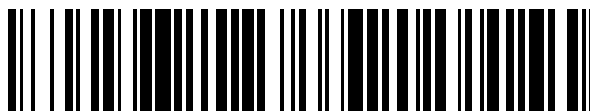


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 402**

51 Int. Cl.:  
**B60L 11/18** (2006.01)  
**H02J 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07380063 .3**  
96 Fecha de presentación: **06.03.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1967407**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2008**

54 Título: **FUENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA HÍBRIDA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.02.2012**

73 Titular/es:  
**THE BOEING COMPANY**  
**100 NORTH RIVERSIDE PLAZA**  
**CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:  
**Garcia-Suarez, Oscar;**  
**Oliver-Ramirez, Jesus Angel y**  
**Bataller-Planes, Elena**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**ES 2 375 402 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

Fuente de energía eléctrica híbrida

5 **Campo de la técnica**

La presente invención se refiere a una fuente de energía eléctrica híbrida que comprende dos o más fuentes de energía eléctrica que suministran energía a una carga conectada. En particular, aunque no exclusivamente, la presente invención se refiere a una fuente de energía eléctrica híbrida que comprende una pila de combustible y una batería.

**Antecedentes de la técnica**

Los sistemas híbridos convencionales de energía eléctrica pueden comprender dos fuentes de energía eléctrica conectadas en paralelo a una carga, tal como se muestra en la figura 1. Las fuentes de energía eléctrica a menudo tienen diferentes características eléctricas.

Por ejemplo, las fuentes de energía eléctrica pueden ser una pila de combustible y una batería. Cuando la pila de combustible y la batería están conectadas en paralelo a la carga, las diferentes características eléctricas de la pila de combustible y la batería resultan en la distribución mal optimizada de la carga. La batería es esencialmente una fuente de tensión constante, excepto en circunstancias en las que se descarga rápidamente. La tensión de la batería también se reducirá cuando la batería se está acercando al estado de descarga. El comportamiento de las pilas de combustible está determinado por sus características de corriente-tensión (es decir, la curva de polarización). En general, cuanto mayor es la corriente suministrada por la pila de combustible, menor será la tensión de la corriente que se suministra, y mayor es la potencia de salida. En general, las pilas de combustible son una fuente de tensión más bien débil, y la salida de corriente está limitada por el flujo de combustible. Por lo tanto, la solución habitual es utilizar la batería principalmente para suministrar corriente a la carga, ya que se proporciona a una tensión de salida estable, mientras que las pilas de combustible cumplen un papel secundario en la carga de la batería.

Otra fuente de energía híbrida se describe por parte de Jiang et al. en "A Compact Digitally Controlled Fuel Cell/Battery Hybrid Source", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 53, No. 4, páginas 1094-1104. La fuente de energía híbrida comprende una membrana de intercambio de protones (PEM), una pila de combustible, una batería, un convertidor Buck y un controlador de potencia digital. En este sistema, una batería está conectada directamente a la carga, y la pila de combustible está conectada a la carga a través del convertidor Buck, que regula la tensión suministrada por la pila de combustible mediante la modulación del ancho de pulso. La batería se utiliza para proporcionar corriente adicional cuando la carga está atrayendo grandes corrientes, y se carga mediante la pila de combustible cuando los requerimientos de carga son bajos. El controlador digital de energía controla el convertidor Buck de acuerdo con un algoritmo de control que utiliza valores para el límite de corriente de la pila de combustible (FCCL), el límite de corriente de la batería (BCL), y el límite de tensión de la batería (BVL) para evitar un exceso de corriente o tensión que cause daños, ya sea a la pila de combustible o a la batería.

El documento US 6.590.370 se refiere a baterías de carga de iones de litio a partir de una pila de combustible de oxidación directa (por ejemplo, una pila de combustible de metanol directa). Un convertidor CC-CC controla el punto de funcionamiento de la pila de combustible para proporcionar una transferencia eficiente de la energía desde la pila de combustible a la batería. La tensión de salida del convertidor es igual a la tensión de la batería y el convertidor se comporta como una fuente de corriente no regulada, cuya salida carga la batería. Además, la corriente puede ser suministrada a la carga.

Ninguno de los documentos descritos anteriormente se ha optimizado para maximizar la duración de la batería. Este problema es particularmente pertinente en las fuentes de energía híbrida que no recargan la batería. Además, una duración prolongada de la batería también es importante cuando la fuente de alimentación se utiliza en un entorno móvil, tal como un vehículo.

El documento JP 10-271706 describe una unidad de energía y un vehículo eléctrico en el que si una carga de un motor eléctrico es igual o superior a un valor establecido, entonces la energía es suministrada desde una batería y una pila de combustible. Mientras que si la carga es inferior a un valor establecido, la energía es suministrada por la pila de combustible solamente. El documento DE 10223117 describe también un sistema de energía híbrida que comprende una pila de combustible y un compensador de energía. El documento US 2003/0105562 describe un sistema de control de salida de energía para un vehículo eléctrico que incorpora una pila de combustible híbrida.

**Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un suministro de energía eléctrica híbrida tal como se establece en la reivindicación 1. También se proporciona un procedimiento para suministrar energía eléctrica desde un sistema de energía eléctrica híbrida tal como se establece en la reivindicación 10.

Las realizaciones proporcionan un suministro de energía eléctrica híbrida para el suministro de corriente a una carga conectada en una salida de la fuente de energía, comprendiendo la fuente de energía: una primera y segunda fuentes de energía eléctrica configuradas para suministrar corriente a la salida; un regulador de tensión eléctricamente acoplado a una de la primera o segunda fuentes de energía eléctrica y configurado para regular la tensión suministrada por una de la primera o segunda fuentes de energía eléctrica, y un controlador. El controlador está configurado para recibir una señal indicativa de la corriente que se está produciendo en la salida, para comparar la corriente de salida con un nivel de corriente de referencia, y utilizar el regulador de tensión para regular la tensión suministrada por una de la primera o segunda fuentes de energía eléctrica de tal manera que: cuando la corriente de salida es menor que el nivel de corriente de referencia, la primera fuente de energía suministra corriente igual a la corriente de salida; y cuando la corriente de salida excede el nivel de corriente de referencia, la primera fuente de energía suministra corriente igual al nivel de corriente de referencia y la segunda fuente de energía suministra la corriente restante requerida por la carga.

Por lo tanto, una fuente híbrida de energía eléctrica tiene en cuenta que maximiza el uso de una fuente de energía eléctrica y minimiza el uso de otra fuente de energía eléctrica. Esto puede lograrse mediante la identificación de un nivel de corriente de referencia asociado con la primera fuente de energía. Por ejemplo, este nivel de corriente de referencia puede ser la corriente máxima disponible en la primera fuente de energía. Esto puede corresponder al máximo absoluto que se puede obtener a partir de la primera fuente de energía o puede corresponder a un límite impuesto en la primera fuente de energía (por ejemplo, un límite un poco por debajo del máximo obtenible para proteger a la primera fuente de energía).

De cualquier manera, la corriente consumida en la salida, por ejemplo, mediante una carga conectada en la salida, se monitoriza y se compara con el nivel de corriente de referencia. Cuando la corriente de salida es menor que el nivel de corriente de referencia, la primera fuente de energía puede ser utilizada para suministrar sustancialmente toda esta corriente, de manera que la segunda fuente de energía puede contribuir de manera sustancialmente nula. Esto se logra mediante el uso del regulador de tensión para regular la tensión suministrada por la primera o segunda fuentes de energía. El ajuste de la tensión suministrada por una fuente de energía en relación con la otra determina las contribuciones relativas de la corriente que harán a la corriente de salida. Si, por otro lado, la corriente de salida excede del nivel de corriente de referencia, la primera fuente de energía se utiliza en toda su extensión mediante el uso del regulador de tensión para ajustar la tensión de tal manera que la primera fuente de energía proporciona la corriente en el nivel de corriente de referencia. El déficit en la corriente consumida por la salida será proporcionada por la segunda fuente de energía. De esta manera, la segunda fuente de energía proporciona una contribución mínima a la corriente consumida por una carga conectada a través de la salida.

Opcionalmente, la primera fuente de energía es una pila de combustible y la segunda fuente de energía puede ser una batería. Con esta combinación, la pila de combustible se utiliza en preferencia a la batería. Como resultado, la batería se utiliza sólo de forma mínima y así su vida se prolonga. Esto es particularmente ventajoso cuando la pila de combustible no se utiliza para recargar la batería. Por supuesto, esta ventaja se realiza en un sistema donde la primera fuente de energía no se utiliza para proporcionar energía a la segunda fuente de energía. Por lo tanto, la presente invención puede estar relacionada con una fuente de energía eléctrica híbrida donde la primera fuente de energía eléctrica no está configurada para suministrar energía a la segunda fuente de energía eléctrica.

Se contemplan realizaciones en las que el regulador de tensión está conectado a la primera fuente de energía y en el que el regulador de tensión está conectado a la segunda fuente de energía. El regulador de tensión se puede conectar en una disposición en paralelo o en serie.

Las realizaciones se extienden también a un aparato eléctrico que comprende: cualquiera de las fuentes de energía eléctrica híbridas descritas anteriormente, y un monitor de corriente configurado para monitorizar la corriente consumida en la salida y suministrar la señal indicativa de la corriente de salida al controlador. Una carga se puede conectar a través de la salida, en cuyo caso la monitorización de la corriente se puede configurar para monitorizar la corriente consumida por la carga.

Otras realizaciones proporcionan un vehículo que comprende cualquiera de las fuentes de energía eléctrica híbridas o aparatos eléctricos que se ha descrito anteriormente, incluyendo vehículos aéreos, vehículos marinos y vehículos terrestres, por ejemplo, vehículos aéreos no tripulados, aviones, autobuses, autocares, camiones y automóviles.

También se proporciona un procedimiento de suministro de energía eléctrica a partir de un sistema híbrido de energía eléctrica que comprende una primera y segunda fuentes de energía eléctrica conectadas en paralelo a una carga, comprendiendo el procedimiento: determinar la corriente consumida por la carga; comparar la corriente de la carga con un nivel de corriente de referencia; y regular la tensión proporcionada por la primera fuente de energía eléctrica o la segunda fuente de energía eléctrica, ajustando así el balance de la corriente de carga suministrada entre la primera y segunda fuentes de energía eléctrica de tal manera que: cuando la corriente de carga es más baja que el nivel de corriente de referencia, la primera fuente de energía suministra sustancialmente toda la corriente de carga; y cuando la corriente de carga excede el nivel de corriente de referencia, la primera fuente de energía suministra una corriente igual al nivel de corriente de referencia y la segunda fuente de energía suministra el resto de la corriente requerida por la carga. La primera fuente de energía puede ser una pila de combustible y,

opcionalmente, la segunda fuente de energía puede ser una batería.

**Breve descripción de los dibujos**

5 Las realizaciones de la presente invención, junto con aspectos de la técnica anterior, se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- La figura 1 muestra un diagrama de circuito de un sistema híbrido de energía eléctrica de la técnica anterior que comprende una batería y una celda de combustible conectadas a una carga;
- 10 La figura 2 muestra un diagrama de circuito de un sistema híbrido de energía eléctrica de una primera realización;
- La figura 3 es una representación esquemática de un procedimiento de funcionamiento de la fuente de energía eléctrica híbrida de la figura 2;
- 15 La figura 4 muestra un gráfico que ilustra la cantidad de corriente suministrada a la carga desde cada una de una batería y una pila de combustible;
- La figura 5 muestra un diagrama de circuito de un sistema híbrido de energía eléctrica de una segunda realización;
- La figura 6 muestra un diagrama de circuito de un sistema híbrido de energía eléctrica de una tercera realización; y
- 20 La figura 7 muestra un diagrama de circuito de un sistema híbrido de energía eléctrica de una cuarta realización.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

25 La figura 2 muestra un sistema híbrido de energía eléctrica 100 que comprende dos fuentes de energía 110, 120 conectadas en paralelo a través de una carga 130. En esta realización, la fuente de energía marcada 110 comprende una pila de combustible 110 y la fuente de energía marcada 120 comprende una batería. Otras disposiciones son posibles, tal como será evidente a partir de la descripción anterior. La pila de combustible 110 y la batería 120 suministran la corriente consumida mediante la carga 130 a través de un bus 150. Un convertidor de tensión 140 está situado entre la pila de combustible 110 y la carga 130, y funciona para controlar el potencial situado en el bus 150 desde la mitad de la pila de combustible del circuito. El convertidor de tensión 140 se utiliza para controlar este potencial respecto al potencial sustancialmente constante proporcionado por la batería 120. Esto se hace de tal manera que la corriente consumida por la carga 130 es principalmente producida por la pila de combustible 110 en lugar de la batería 120, tal como se explicará en mayor detalle más adelante.

35 En general, los convertidores de tensión tiene cuatro terminales: los términos Vout+ y Vout- se utilizan para indicar los terminales de salida positivo (alto) y negativo (bajo), respectivamente, y Vin+ y Vin- se utilizan para indicar los terminales de entrada correspondientes.

40 La tensión entre Vout+ y Vout- se utiliza para regular el flujo de corriente a lo largo del bus 150, bajo la gestión de un controlador 160. El controlador 160 recibe una señal desde un monitor de corriente 170 indicativa de la corriente total  $I_{tot}$  consumida por la carga 130. Esta corriente  $I_{tot}$  puede ser suministrada en parte por la pila de combustible ( $I_{fc}$ ) y en parte de la batería ( $I_b$ ). La figura 3 muestra un procedimiento de funcionamiento de la fuente híbrida de energía eléctrica 100, y esta etapa de determinación de la corriente consumida por la carga 130 se muestra en 10.

45 En 20, el controlador 160 compara  $I_{tot}$  con un nivel de corriente de referencia  $I^{ref}$ . En esta realización,  $I^{ref}$  es la corriente máxima que la pila de combustible 110 es capaz de suministrar a la carga 130. En realizaciones alternativas, el nivel de corriente de referencia  $I^{ref}$  podría estar desplazado del máximo para evitar daños en la pila de combustible 110.

50 El resultado de la comparación entre el nivel de corriente suministrada a la carga 130 y el nivel de corriente de referencia  $I^{ref}$  tiene dos resultados, tal como se indica en 30 en la figura 3.

55 Si el controlador 160 determina que la corriente total  $I_{tot}$  consumida por la carga es menor o igual a la corriente de referencia  $I^{ref}$ , entonces en 40 el controlador 160 ajusta la tensión de salida del convertidor de tensión 140 a un nivel relativamente bajo. Esto se traduce en que la tensión del bus también está en un nivel bajo. El nivel de la tensión se ajusta de tal manera que la corriente  $I_{fc}$  suministrada por la pila de combustible 110 es sustancialmente igual a la corriente consumida por la carga  $I_{tot}$ . Como resultado, no se consume sustancialmente ninguna corriente proveniente de la batería 120. Como se puede apreciar por parte de los expertos en la materia, el cálculo real de la tensión necesaria para asegurar que no se consume corriente de la batería 120 es rutinario.

60 Si el controlador 160 determina que la corriente total  $I_{tot}$  suministrada a la carga 130 es mayor que el nivel de corriente de referencia  $I^{ref}$ , entonces en 50 el controlador 160 ajusta la tensión de salida del convertidor de tensión 140 a un nivel relativamente alto. Este nivel es escogido de tal manera que la pila de combustible 110 suministra su corriente máxima, es decir,  $I_{fc} = I^{ref}$ . Como esto no es suficiente para satisfacer la carga 130, la carga 130 consume el resto de la corriente ( $I_b = I_{tot} - I^{ref}$ ) de la batería 120.

La variación de  $I_{fc}$  e  $I_b$  con  $I_{tot}$  se ilustra en la figura 4. Tal como se puede ver,  $I_b$  sustancialmente es igual a cero hasta que  $I_{tot} > I^{ref}$ , y en ese momento  $I_b$  incrementa linealmente.  $I_{fc}$  aumenta linealmente desde cero hasta que alcanza su valor máximo  $I^{ref}$ .

- 5 Tal como se ha indicado en 60 en la figura 3, el proceso se repite periódicamente de modo que el monitor de corriente 170 y el controlador 160 actúan periódicamente para determinar la corriente consumida por la carga 130, para compararlo con  $I^{ref}$ , y para ajustar la tensión suministrada por el convertidor de tensión 140 en consecuencia.

10 La realización anterior hace uso del convertidor de tensión 140 para establecer un tensión de salida en el lado de la pila de combustible del circuito respecto a la tensión suministrada por la batería 120, controlando así cómo el suministro de la corriente  $I_{tot}$  a la carga 130 es compartido entre la pila de combustible  $I_{fc}$  y la batería  $I_b$ . Por supuesto, esto se puede realizar igualmente bien con el convertidor de tensión 140 colocado en el lado de la batería del circuito, tal como se muestra en la figura 5. Así, el convertidor de tensión 140 se conecta entre la batería 120 y la carga 130. Específicamente, las entradas  $V_{in+}$  y  $V_{in-}$  del convertidor de tensión 140 están conectadas a través de los dos terminales de la batería 120, y las salidas  $V_{out+}$  y  $V_{out-}$  están conectadas a través de la carga 130. Como quedará claro, esto funciona esencialmente de la misma manera que la realización de la figura 2: esta vez, el convertidor de tensión 140 se utiliza para establecer una tensión en relación a la tensión suministrada por la pila de combustible 110. Una vez más, esto determina cómo la corriente que se suministra a la carga 130 se reparte entre la pila de combustible 110 y la batería 120, siendo el objetivo de nuevo minimizar la contribución de la batería 120. La tensión se ajusta de la misma manera tal como se muestra en la figura 3, es decir, si  $I_{tot} \leq I^{ref}$ , entonces la tensión se establece tal que  $I_{fc} = I_{tot}$ , de lo contrario, la tensión se establece tal que  $I_{fc} = I^{ref}$ .

25 Las realizaciones de las figuras 2 y 5 muestran el convertidor de tensión 140 conectado en paralelo con la pila de combustible 110 y la batería 120, respectivamente. En otra realización, ilustrada en la figura 6, el convertidor de tensión 140 está conectado eléctricamente en serie con la pila de combustible 110. Es decir, la entrada baja ( $V_{in-}$ ) y la salida alta ( $V_{out+}$ ) están conectadas a través de la carga 130, y la entrada alta ( $V_{in+}$ ) y la salida baja ( $V_{out-}$ ) están conectadas a la pila de combustible 110. La figura 6 muestra una disposición similar con el convertidor de tensión 140 conectado eléctricamente en serie con la batería 120. Es decir, la entrada baja ( $V_{in-}$ ) y la salida alta ( $V_{out+}$ ) están conectadas a través de la carga 130, y la entrada alta ( $V_{in+}$ ) y la salida baja ( $V_{out-}$ ) están conectadas a la batería 120.

30 Las realizaciones anteriores tienen una utilidad general. Por ejemplo, el sistema híbrido de energía eléctrica se puede utilizar para alimentar vehículos tales como automóviles o aviones no tripulados (UAVs, por ejemplo). La presente invención también se presta a aparatos portátiles.

35 Tal como puede apreciar el experto en la materia, pueden realizarse modificaciones a las realizaciones anteriores, sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

40 Tal como se señaló anteriormente, la presente invención no se limita a un sistema híbrido de energía eléctrica que comprende una pila de combustible 110 y una batería 120, sino que abarca otros sistemas híbridos de energía eléctrica. Por ejemplo, un sistema híbrido de energía eléctrica puede incluir cualquier combinación de fuentes de energía eléctrica, tales como condensadores (por ejemplo, pilas de combustible/vehículos ultra condensadores), generadores accionados por motor, células solares, turbinas eólicas y generadores de corriente. En particular, las realizaciones anteriores no están previstas para funcionar para recargar la batería 120. Por lo tanto, la batería 120 tendrá una vida útil finita y eventualmente necesitará ser reemplazada. Como tal, es conveniente que la batería 120 se use lo menos posible con el fin de prolongar su vida útil.

45 La pila de combustible 110 y la batería 120 se pueden elegir entre cualquiera de una serie de diseños. Por ejemplo, la pila de combustible 110 puede ser una pila de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM), una pila de combustible de ácido fosfórico (PAFC), una pila de combustible de óxido sólido (SOFC), una pila de combustible de carbonato fundido (MCFC), o cualquier otro tipo adecuado. La batería puede ser de iones de litio o de cualquier otro tipo apropiado. El convertidor de tensión puede ser un convertidor síncrono Buck, un convertidor Buck de paso hacia abajo, un convertidor de empuje de paso hacia arriba, un convertidor Buck de empuje, o cualquier otro convertidor de tensión adecuado, tal como el chip regulador de tensión LM140 suministrado por  
55 National Semiconductor.

**REIVINDICACIONES**

1. Fuente de energía eléctrica híbrida (100) para el suministro de corriente a una carga (130) conectada a una salida (150) de la fuente de alimentación, comprendiendo la fuente de alimentación:
- 5 una primera (110) y una segunda (120) fuentes de energía eléctrica configuradas para suministrar corriente a la salida (150), en el que la primera fuente de energía (110) es una pila de combustible y la segunda fuente de energía (120) es una batería;
- 10 un regulador de tensión (140) acoplado eléctricamente entre la salida y la primera o segunda fuentes de energía eléctrica;
- un controlador (160) configurado para recibir una señal indicativa de la corriente que se está consumiendo en la salida (150) y para comparar la corriente de salida con un nivel de corriente de referencia,
- caracterizada porque:**
- 15 el regulador de tensión (140) está configurado para regular la tensión suministrada a la salida mediante la regulación de la tensión suministrada por una de la primera o segunda fuentes de energía eléctrica;
- el controlador (160) está configurado para utilizar el regulador de tensión para ajustar la tensión suministrada por una de la primera o segunda fuentes de energía eléctrica de tal manera que:
- 20 cuando la corriente de salida es menor que el nivel de corriente de referencia, el regulador de tensión ajusta la tensión suministrada a la salida a un primer nivel de tal manera que la pila de combustible, como la primera fuente de energía, suministra corriente igual a la corriente de salida; y
- cuando la corriente de salida excede del nivel de corriente de referencia, el regulador de tensión ajusta la tensión suministrada a la salida a un segundo nivel mayor que el primero, de manera que la pila de combustible, como la primera fuente de energía, suministra corriente igual al nivel de corriente de referencia y
- 25 la batería, como la segunda fuente de energía, suministra la corriente restante requerida por la carga.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el nivel de corriente de referencia es la corriente máxima disponible en la primera fuente de energía (110).
- 30 3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el regulador de tensión (140) está conectado a la primera fuente de energía (110).
4. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el regulador de tensión (140) está conectado a la
- 35 segunda fuente de energía (120).
5. Aparato eléctrico que comprende: la fuente de energía eléctrica híbrida (100) según cualquier reivindicación anterior, y un monitor de corriente configurado para monitorizar (170) la corriente consumida en la salida y para suministrar la señal indicativa de la corriente de salida al controlador (160).
- 40 6. Aparato eléctrico que comprende: la fuente de energía eléctrica híbrida según cualquier reivindicación anterior, y una carga (130) conectada a la salida de la fuente de alimentación eléctrica híbrida (100), en el que la carga consume corriente de la salida.
7. Aparato eléctrico según la reivindicación 6, que también comprende un monitor de corriente (170) configurado para controlar la corriente consumida por la carga (130) y para suministra la señal indicativa de la corriente de salida al controlador (160).
- 45 8. Vehículo que comprende la fuente de energía eléctrica híbrida según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o el aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7.
- 50 9. Vehículo aéreo que comprende la fuente de energía eléctrica híbrida según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o el aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7.
10. Procedimiento para el suministro de energía eléctrica a partir de un sistema híbrido de energía eléctrica (100) que comprende una primera (110) y una segunda (120) fuentes de energía eléctrica conectadas en paralelo a una carga (130), siendo la primera fuente de energía una pila de combustible y siendo la segunda fuente de energía una batería, y un regulador eléctrico acoplado entre la carga y la primera o la segunda fuente de energía, comprendiendo el procedimiento:
- 55 determinar la corriente que está siendo consumida por la carga (130);
- comparar la corriente de carga con un nivel de corriente de referencia; y
- regular la tensión suministrada a la carga mediante la primera fuente de energía eléctrica (110) o la segunda fuente de energía eléctrica (120) y ajustar así el balance de la corriente de carga suministrada entre la primera y segunda fuentes de energía eléctrica de tal manera que: cuando la corriente de la carga es menor que el nivel de corriente de referencia, la tensión de la carga se ajusta en un primer nivel de manera que la primera fuente de energía suministra sustancialmente toda la corriente a la carga; y cuando la corriente de la
- 60
- 65

carga excede del nivel de corriente de referencia, la tensión de la carga se ajusta en un segundo nivel, mayor que el primero, de manera que la primera fuente de energía (110) suministra una corriente igual al nivel de corriente de referencia y la segunda fuente de energía (120) suministra la corriente restante requerida por la carga.

- 5
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el nivel de corriente de referencia es la corriente máxima disponible de la primera fuente de energía (110).
- 10
12. Vehículo que comprende un sistema híbrido de energía eléctrica y un controlador dispuesto para realizar el procedimiento de las reivindicaciones 10 u 11.

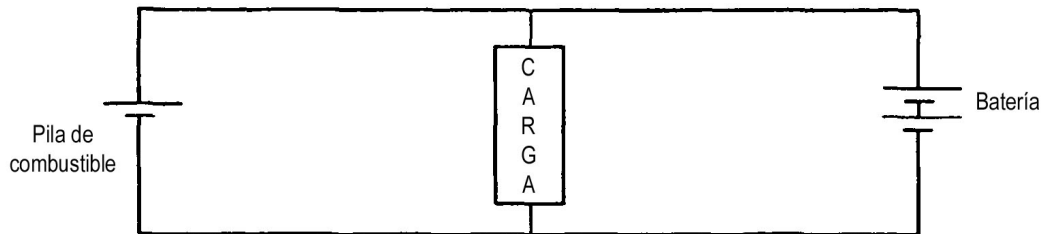


FIG. 1

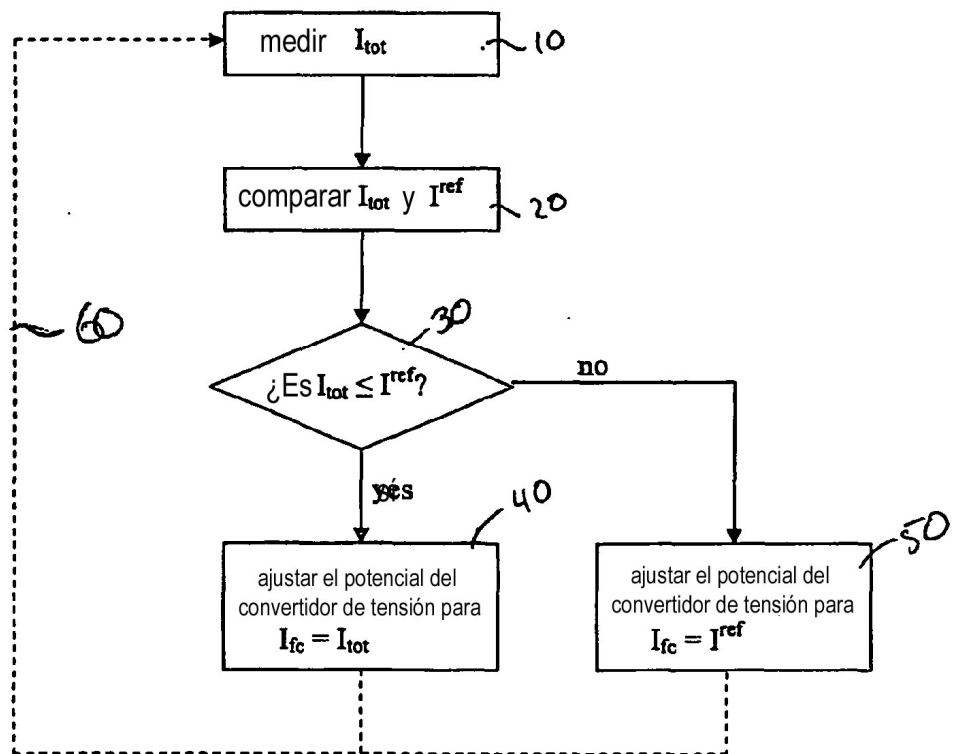


FIG. 3



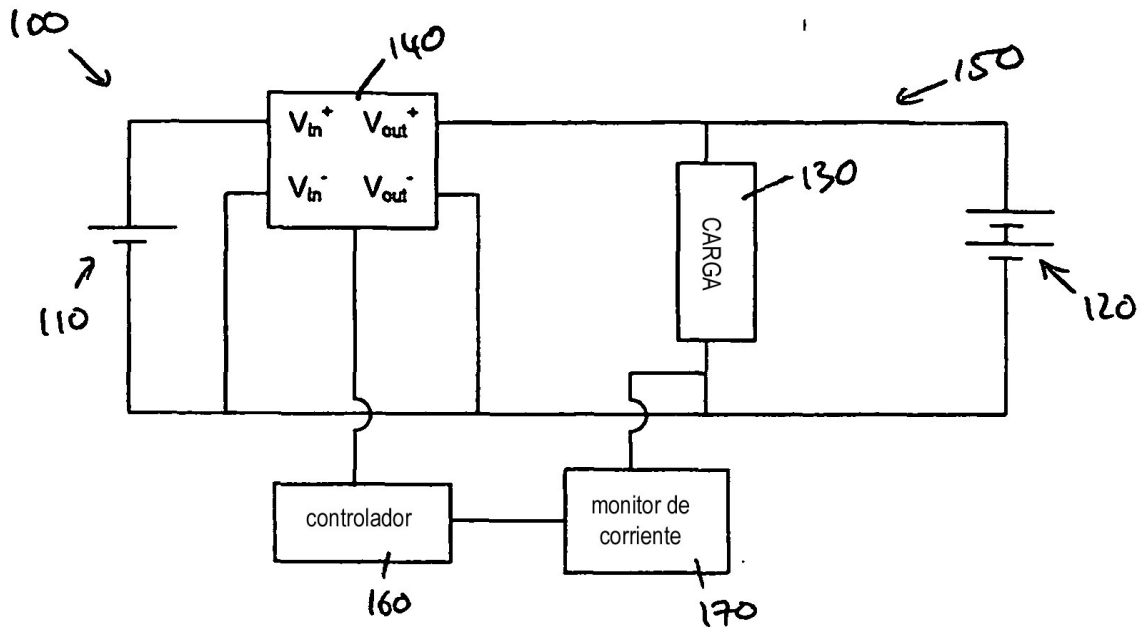


FIG. 2

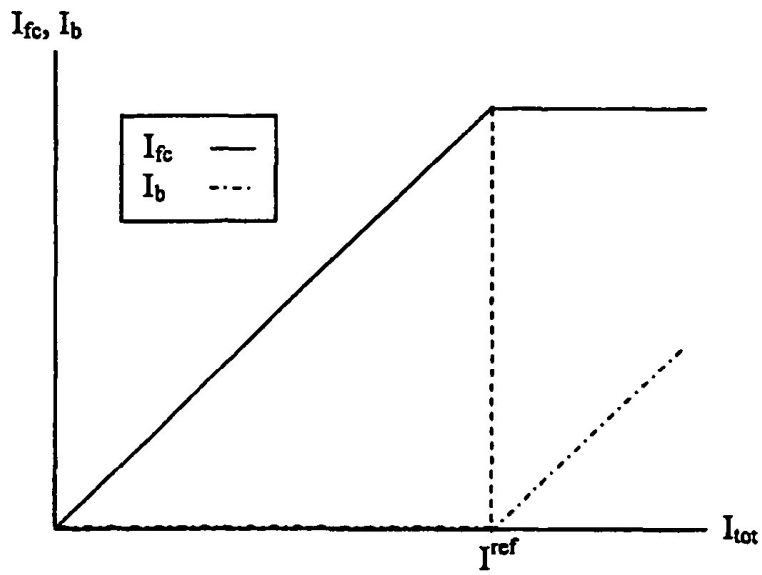


FIG. 4

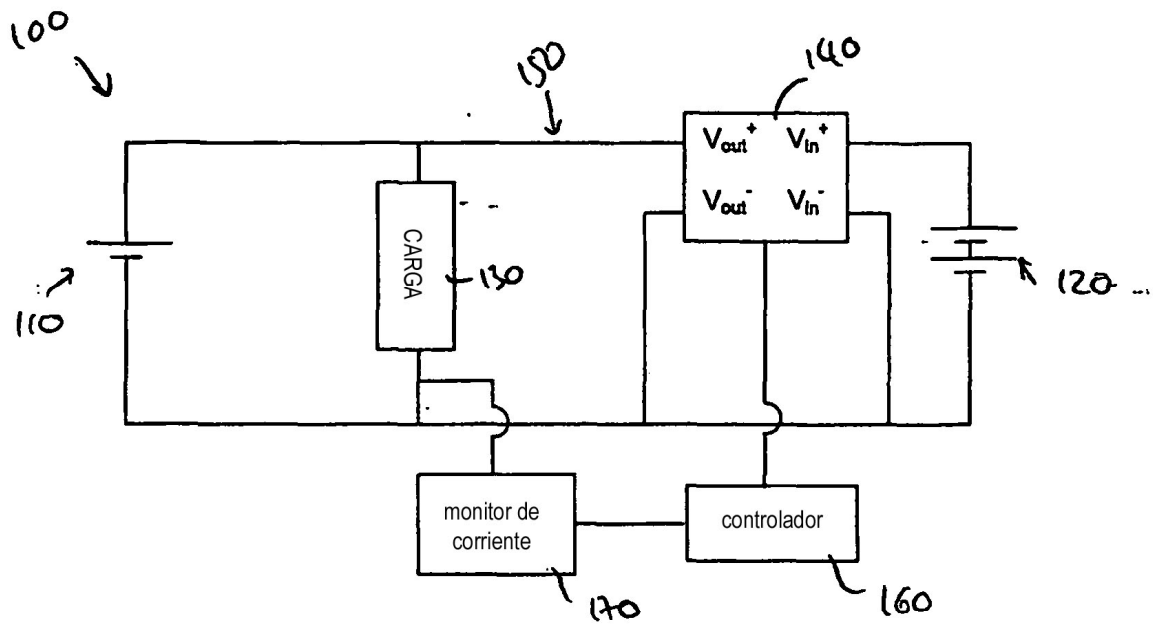


FIG. 5

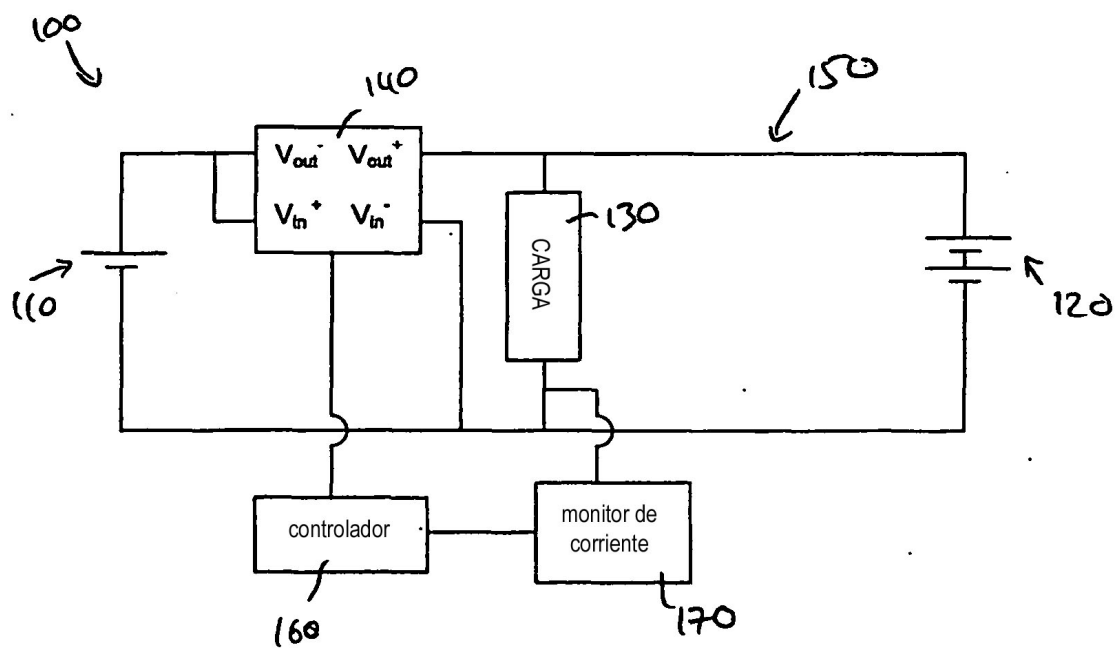


FIG. 6

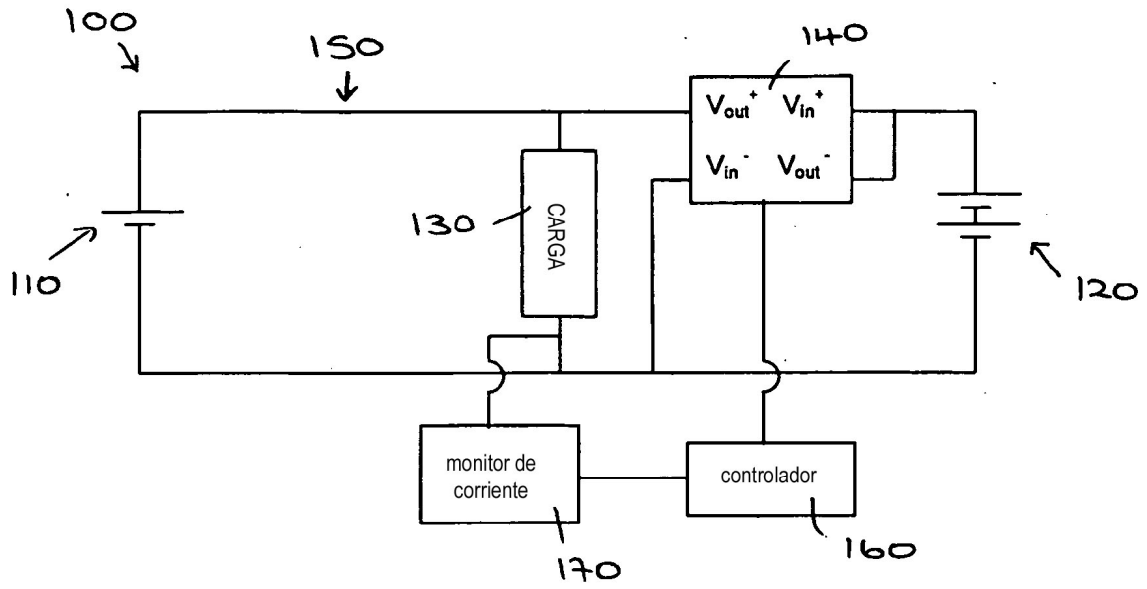


FIG. 7