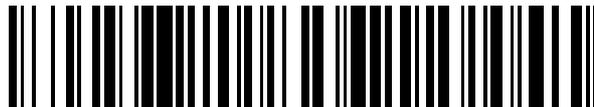


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 526**

51 Int. Cl.:

**H02J 7/34** (2006.01)

**H02J 7/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2008 E 08354026 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 1990891**

54 Título: **Procedimiento de carga de un elemento de almacenamiento de un sistema autónomo**

30 Prioridad:

**11.05.2007 FR 0703370**

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

**11.05.2016**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LABRUNIE, ANTOINE y  
PERICHON, PIERRE**

74 Agente/Representante:

**POLO FLORES, Carlos**

**ES 2 569 526 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**

Procedimiento de carga de un elemento de almacenamiento de un sistema autónomo.

**5 Dominio técnico de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento de carga a partir de un generador, de un elemento de almacenamiento de un sistema autónomo que consta de unos componentes electrónicos, con una limitación, en función de la temperatura, de la potencia suministrada al elemento de almacenamiento a una potencia de consigna de carga.

10

**Estado de la técnica**

Un sistema autónomo debe presentar a la vez una gran calidad de servicio (suministro de energía permanente) y una gran fiabilidad. La calidad de servicio obliga a cargar al máximo las baterías una vez que la energía esté disponible, a fin de asegurar una autonomía máxima en caso de largo período de escasos recursos.

15

En relación con la fiabilidad, es preferible limitar la potencia de carga cuando la temperatura ambiente es elevada, de forma que se limite la temperatura interna de los componentes. En efecto, los componentes activos o pasivos representan la principal fuente de avería y la vida útil de los componentes va en función de su temperatura. Cuanto más elevada sea la temperatura, más reducida será la vida útil de los componentes (activos y pasivos). La temperatura de los componentes depende de la temperatura del entorno del sistema autónomo y de recalentamiento debido a la disipación de una parte de la potencia de carga. Es igualmente preferible limitar las variaciones importantes de temperatura. Estas variaciones provienen principalmente de picos o de variaciones importantes de la corriente pero también de las variabilidades térmicas cíclicas y de los choques térmicos. Además, una limitación de las corrientes de carga y descarga permite evitar una contribución térmica suplementaria.

20

25

Actualmente, la mayoría de los sistemas autónomos utilizan la reducción de régimen («derating» en inglés). Esta técnica consiste en limitar, a partir de una temperatura de umbral  $\theta_s$ , la potencia máxima admitida en función de la temperatura, como se ilustra en la figura 1. En el ejemplo representado, la potencia máxima de entrada  $P_e$  es constante hasta la temperatura de umbral  $\theta_s$ , después disminuye linealmente cuando la temperatura supera esta temperatura de umbral. La evolución clásica de la potencia suministrada por el generador (curva D en líneas discontinuas), de la potencia aceptable (curva B, en trazo continuo) y de la energía acumulada en la batería (E, representada con trazos) durante una jornada se ilustra esquemáticamente en la figura 2. De esta manera, la limitación de la potencia a las temperaturas elevadas evita la destrucción inmediata de los componentes del sistema y garantiza un servicio mínimo.

30

35

No obstante, la protección térmica realizada por reducción de régimen está limitada. Por una parte, esta se centra en la temperatura máxima o por debajo de esta temperatura umbral, la fiabilidad de los componentes fluctúa enormemente. La fiabilidad se representa esquemáticamente por la duración entre dos averías no destructivas («MTBF, Mean Time Between Failure», en inglés) y depende de la temperatura. Por ejemplo, un aumento de 18 °C de la temperatura de unión de un transistor de potencia divide por dos la duración entre dos averías no destructivas. Por otra parte, la reducción de régimen no limita los choques térmicos ni las variaciones térmicas cíclicas. Estos dos puntos tienen una gran influencia sobre la fiabilidad. Por ejemplo, la duración entre dos averías no destructivas se divide por dos cada vez que la ondulación de la temperatura de unión aumenta en 15 °C.

40

45

La densidad de corriente tiene, igualmente, un efecto notable sobre la fiabilidad del sistema y, en el estado anterior, la corriente no está limitada mientras no comporte un calentamiento importante.

No obstante, en su conjunto, la reducción de régimen no permite mejorar la fiabilidad del sistema. En efecto, esta técnica, ilustrada en la figura 2, no permite evitar los picos de potencia en los bornes del elemento de almacenamiento y no limita por tanto los picos de corriente de carga. Este modo de funcionamiento no permite por tanto funcionar a una temperatura tan estable y baja como sea posible.

50

Otro factor importante a tener en cuenta para mejorar la fiabilidad del sistema es la temperatura de funcionamiento de la batería.

55

Las baterías, independientemente de su tecnología, ven disminuir su vida útil igualmente si se utilizan en malas condiciones térmicas. El funcionamiento a temperatura baja conduce a una disminución de la cinética de las reacciones químicas y electroquímicas a las interfaces electrodo/electrolito. Las corrientes de carga y de descarga

- deben estar limitadas ya que, en frío, el transporte de materia de los iones en el electrolito y su difusión en los sitios activos de los electrodos disminuyen cinéticamente. La reducción de las corrientes en carga y en descarga permite a las reacciones electroquímicas desarrollarse hasta el núcleo del material activo. En el caso contrario, las reacciones se desarrollan principalmente en la superficie de los poros, con su obstrucción por los productos de reacción y la reducción de la progresión de los iones en el electrolito. Los fenómenos resultantes conducen a una pérdida de capacidad irreversible del elemento (obstrucción de sitios activos para una batería litio-ión por ejemplo) y/o una disminución de la vida útil de la batería (consumo del electrolito para una batería níquel-hidruro metálico por ejemplo).
- 5
- 10 El funcionamiento a temperatura elevada, con un estado de carga elevado acelera la cinética de formación de las reacciones secundarias o irreversibles, que tienen lugar principalmente en medio o al final de la carga (electrólisis del agua para una batería Ni-MH, modificación estructural del material activo positivo de la batería litio-ión por ejemplo) Por estas razones, las tensiones de final de carga se regulan frecuentemente en función de la temperatura. A pesar de esto, unos fenómenos de degradación química inevitables pero reducidos a temperatura ambiente son
- 15 favorecidos a temperatura elevada.

- La mayoría de los reguladores de carga actuales se limitan a desconectar la batería de su fuente y/o de su carga cuando los parámetros medidos están fuera de las especificaciones. Además, numerosos reguladores elevan o disminuyen los umbrales de regulación de tensión en función de la temperatura. Estos sistemas permiten así evitar
- 20 una destrucción inmediata de la batería limitando el intervalo de temperatura en funcionamiento y la exploración en tensión. No obstante, la protección realizada por el regulador está limitada ya que por una parte se limita a una desconexión a un máximo de temperatura o incluso por debajo de este límite, la vida útil de la batería varía enormemente. Tal regulador se muestra en el documento US 2006/276 938 A1.

**25 Objeto de la invención**

El objeto de la invención consiste en paliar los inconvenientes precitados y, en particular, en mejorar la fiabilidad del sistema de almacenamiento sin reducir la calidad de servicio.

- 30 Según la invención, este objetivo se alcanza por el hecho de que el procedimiento consta de un procedimiento de carga con las características técnicas de la reivindicación 1.

**Breve descripción de los dibujos**

- 35 Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la descripción que aparece a continuación de modos particulares de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos anexos, en los cuales:

- Las figuras 1 y 2 ilustran esquemáticamente las variaciones de la potencia máxima de entrada en función de la temperatura (fig. 1) y la evolución correspondiente, durante una jornada clásica, de la potencia suministrada por el generador (curva D en líneas discontinuas), de la potencia aceptable (curva B, en trazo continuo) y de la energía acumulada en la batería (E, representada con trazos) durante una jornada, por un procedimiento de reducción de régimen según el estado anterior.
- 40

- 45 La figura 3 representa de forma esquemática un sistema autónomo en el cual se puede aplicar el procedimiento según la invención.

La figura 4 representa la relación entre la temperatura ( $\theta$ ) y la potencia de carga (P) para diversos valores de un criterio de fiabilidad constituido por la duración entre dos averías no destructivas.

50

La figura 5 representa de forma esquemática la evolución de las diferentes potencias representativas del sistema autónomo cuyo elemento de almacenamiento de energía está cargado, durante una jornada, por un procedimiento de carga según la invención.

**55 Descripción de un modo preferencial de la invención**

Como se ilustra en la figura 3, el sistema autónomo consta al menos de una batería 1 como elemento de almacenamiento de energía, un generador 2 de energía y un regulador de potencia 3 conectado entre el generador 2 y la batería 1. Unos circuitos de medidas 4 y 5 que permiten respectivamente medir la tensión y la corriente a la

salida del generador 2 y en los bornes de la batería 1 están conectados a una unidad de control 6, igualmente conectada al regulador de potencia 3. Un circuito 7 de medida de la temperatura y un módulo 8 de estimación del recurso energético disponible en el generador 2 están conectados igualmente a la unidad de control 6. Un elemento de carga 9 está alimentado clásicamente por la batería 1.

5

El circuito 7 de medida de la temperatura consta al menos de un sensor de medida de la temperatura ambiente y, preferentemente, un sensor de medida de la temperatura de los componentes electrónicos, así como un sensor de medida de la temperatura de la batería 1. No obstante, en otro modo de realización, se pueden utilizar unos diagramas para estimar la temperatura de los componentes electrónicos y/o de la batería 1 en función de la temperatura ambiente y/o de otro sensor de temperatura más representativo y más fácil de aplicar.

10

El generador 2 de energía es, por ejemplo, un panel fotovoltaico o un dispositivo micro-hidráulico.

El regulador de potencia 3 consta preferentemente de un convertidor de tipo BUCK. El regulador 3 consta ventajosamente, igualmente, de un dispositivo de búsqueda del punto de potencia máximo («MPPT, Maximum Power Point Tracking» en inglés) y un cargador de batería. La unidad de control 6 está destinada así a regular la carga de la batería 1, por medio del regulador de potencia 3 y a gestionar la adecuación entre la potencia suministrada por el generador 2 y la carga de la batería 1.

15

La unidad de control 6 puede determinar la potencia a la salida del generador 2, a partir de las medidas de la tensión y de la intensidad suministradas por el circuito de medida 4. De manera conocida, la unidad de control 6 puede determinar el estado de carga de la batería 1 en función de la temperatura de la batería 1 de la tensión en los bornes de la batería 1 (suministrada por el circuito de medida 5) y de la corriente suministrada por esta batería, por ejemplo por medio de diagramas. Esta estimación del estado de carga es utilizada ventajosamente por la unidad de control 6 para definir, por medio de algoritmos de carga de tipo conocido, las necesidades de energía de la batería 1. La estimación del estado de carga se puede realizar según el método utilizado ya sea antes de la carga de batería 1 o de forma periódica. En el caso en que la determinación del estado de carga se realice únicamente antes de la carga, al salir del modo de espera, la unidad de control 6 calculará, de forma continuada, la potencia suministrada a la batería 1 y la potencia entregada por esta última.

20

El módulo 8 de estimación del recurso energético disponible en el generador 2 en función del tiempo está integrado preferentemente en la unidad de control 6 y consta en memoria de unos datos relativos a las condiciones de abastecimiento del generador 2 de recursos energéticos, en función del tiempo. Los datos son, por ejemplo, cuando el generador 2 está constituido por unos paneles fotovoltaicos, que solo suministran energía durante la jornada, la duración teórica de radiación solar, la hora de puesta del sol, el tiempo restante hasta la puesta del sol y la evolución teórica de la temperatura en la fecha considerada. Para este tipo de aplicación, el funcionamiento se prevé para el día siguiente.

25

30

En el caso en que el generador 2 sea de tipo micro-hidráulico, los datos serán por ejemplo la duración durante la cual el flujo hidráulico es superior a un umbral predeterminado.

35

El módulo 8 de estimación del recurso energético disponible permite, igualmente, de manera ventajosa, el almacenamiento de las condiciones reales observadas en una duración, predeterminada, inmediatamente anterior, por ejemplo, en los tres últimos días para una instalación fotovoltaica. Las condiciones observadas constan entonces, especialmente, de la potencia suministrada los días anteriores, la evolución real de la temperatura medida y la duración efectiva de día. Estas condiciones reales de los días anteriores pueden ser utilizadas entonces por la unidad de control 6 para ponderar los datos teóricos asociados a la fecha considerada y previamente almacenada.

40

La unidad de control 6 es capaz así de estimar al comienzo de la jornada, después a lo largo de la jornada, la potencia que puede ser suministrada por el generador 2 en función de las condiciones de radiación solar previstas y de la evolución de la temperatura el día siguiente.

45

De manera más general, para un generador 2 que suministra energía de manera intermitente y casi periódica, las condiciones de funcionamiento en un número predeterminado de períodos inmediatamente anteriores se almacenan preferentemente en el módulo 8.

50

La unidad de control 6 regula la carga de la batería 1 teniendo igualmente en cuenta unos datos representativos de la fiabilidad, por ejemplo, unos componentes electrónicos y de la batería 1, en función de la potencia y de la temperatura. La figura 4 representa un conjunto de curvas que ilustra la temperatura  $\theta$  en función de la potencia  $P$

- para diversos valores de un criterio de fiabilidad de componentes electrónicos, más particularmente la duración entre dos averías no destructivas. La unidad de control 6 utiliza estos datos para determinar, especialmente en función de la evolución de la temperatura para el día siguiente y del criterio de fiabilidad mantenida, la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ , es decir la potencia que no hay que superar para garantizar el criterio de fiabilidad escogido por el usuario, así como su evolución al día siguiente. La unidad de control 6 puede, de manera ventajosa, tener en cuenta igualmente una densidad de corriente que no se debe superar. Del mismo modo, la unidad de control puede actualizar la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  así como su evolución el día siguiente en función de la evolución real de temperatura.
- 10 Un ejemplo particular de funcionamiento de un sistema aislado alimentado por un panel fotovoltaico 2, cuya autonomía está asegurada por unas baterías de acumulador 1, se describe más abajo.
- Cuando la potencia suministrada por el panel fotovoltaico 2 supera un umbral mínimo de potencia, la unidad de control 6 activa un procedimiento de salida de espera.
- 15 La unidad de control 6 determina una evolución de la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ , para el día siguiente, en función del criterio de fiabilidad, por ejemplo, la duración entre dos averías no destructivas, previamente definido por el usuario y de la previsión de la evolución de temperatura el día siguiente.
- 20 La unidad de control 6 determina a continuación, por ejemplo a partir de la medida de la tensión en los bornes de la batería 1, de su temperatura y por medio de diagramas, el estado de carga SOC actual de la batería 1 y, por tanto, la energía necesaria  $E$  para efectuar la carga completa de la batería 1.
- La potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ , previamente estimada, permite entonces a la unidad de control 6 calcular la energía máxima  $E_{MAX}$ , igualmente estimada, que puede ser suministrada a la batería 1 en las condiciones climáticas previstas, en el conjunto de la duración de radiación solar.
- 25 La unidad de control 6 determina a continuación, en función de la energía necesaria  $E$  y de la duración de radiación solar prevista, la potencia media  $P_M$  teórica de carga. Esta potencia media  $P_M$  teórica corresponde a la potencia media, constante, que debería ser inyectada en la batería 1 durante la duración teórica prevista de radiación solar, suministrada por el módulo 8 de estimación del recurso energético disponible. La potencia media  $P_M$  teórica se obtiene haciendo la relación entre la energía necesaria  $E$  y la duración teórica de radiación solar. La unidad de control 6 puede repartir así, en la duración de radiación solar, la energía suministrada a la batería 1, durante su carga, de manera que se eviten los picos de potencia, cuando las condiciones de funcionamiento dejan prever un recurso disponible en un período de tiempo suficiente.
- 30 La unidad de control 6 compara entonces, la energía necesaria  $E$  para cargar la batería 1 y la energía máxima  $E_{MAX}$  para definir, a continuación, el valor de una potencia de consigna de carga  $P_L$  que representa la potencia máxima que se puede suministrar en los bornes de la batería 1 en un instante dado. La potencia de consigna de carga  $P_L$  no debe ser nunca superior a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  a fin de no contravenir la limitación impuesta para garantizar el criterio de fiabilidad mantenida.
- 35 Si la energía necesaria  $E$  es inferior a la energía máxima  $E_{MAX}$ , entonces la energía máxima suministrable a la batería 1 debería ser suficiente. La unidad de control 6 controla entonces el regulador 3 de manera que la potencia de consigna de carga  $P_L$  esté constituida por potencia más reducida entre la potencia media  $P_M$  y la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ . Así, la potencia de consigna  $P_L$  es igual a la potencia media  $P_M$  mientras esta sea inferior a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ . En el caso contrario, la potencia de consigna  $P_L$  es igual a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ .
- 40 Si la energía necesaria  $E$  es superior a la energía máxima  $E_{MAX}$ , el día siguiente, la energía máxima suministrable a la batería 1 va a ser inferior a sus necesidades. La unidad de control 6 controla entonces el regulador de potencia 3 de manera que la potencia de consigna de carga  $P_L$  sea igual a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ , independientemente del valor de la potencia media  $P_M$ , para acumular el máximo de energía, a la vez que se respeta el criterio de fiabilidad definido por el usuario.
- 45 Así, la potencia de consigna  $P_L$ , normalmente igual a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ , pasa al valor medio  $P_M$  cuando  $E < E_{MAX}$  y  $P_M < P_{MAX}$ . Gracias a este principio de funcionamiento, al comienzo del día, la unidad de control 6 difunde, en la duración estimada de funcionamiento del generador 2, la energía de carga de los elementos de almacenamiento 1. De esta manera, el sistema autónomo evita, en la medida de lo posible, las fuertes variaciones
- 50
- 55

de corriente y las variaciones de temperatura que se derivan, a la vez que se garantiza la fiabilidad de los componentes electrónicos del sistema.

El estado de carga SOC de la batería 1 y la energía que queda por inyectar son determinados periódicamente por la unidad de control 6 ya sea directamente a partir de una medida, o en función de una medida al comienzo del día y ajuste por las potencias que entran y salen de la batería 1. Las informaciones relativas a las condiciones de funcionamiento, como la temperatura exterior, se registran igualmente de manera periódica. Así, la energía necesaria  $E$  y la potencia media  $P_M$  teórica así como la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  y la energía máxima  $E_{MAX}$  se recalculan y comparan, periódicamente, a lo largo de la jornada. La potencia media  $P_M$  y la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  evolucionan a lo largo de la jornada y según la evolución de estos datos en el curso de la jornada, la potencia de consigna de carga  $P_L$  puede evolucionar entre la potencia media  $P_M$  y la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ .

A título de ejemplo, el funcionamiento en una jornada de un sistema autónomo, que consta de un panel fotovoltaico 2 destinado a cargar una batería de acumulador 1, se va a describir más abajo en referencia a la figura 5. Esta representa las diferentes potencias medidas y estimadas en función del tiempo.

Al comienzo de la jornada, en la salida del modo de espera, en un instante  $t_0$ , la unidad de control 6 tiene en cuenta la duración de radiación solar esperada para el día siguiente (por ejemplo 10 horas). La unidad de control 6 determina igualmente, a partir de la evolución de la temperatura prevista el día siguiente y del criterio de fiabilidad, escogido por el usuario, una evolución de la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  (curva A, con  $P_{MAX}$  que varía entre 20W y 14W en el instante  $t_0$ ) teórica. A continuación, la unidad de control 6, calcula, en función de la evolución de la potencia máxima aceptable, la energía máxima  $E_{MAX}$  teórica (170Wh en el ejemplo considerado). Esta energía  $E_{MAX}$  se puede ponderar por la evolución de la temperatura registrada en los días anteriores. La unidad de control 6 determina a continuación, la energía necesaria  $E$  que se va a inyectar en el seno de la batería 1 para realizar su carga (por ejemplo 100Wh). Después calcula, a partir de estos dos datos, la potencia media  $P_M$  teórica (10W), para una carga constante y difundida sobre el conjunto de la duración de radiación solar prevista.

Las energías necesaria  $E$  y máxima  $E_{MAX}$  se comparan entonces para definir el valor de la potencia de consigna de carga  $P_L$  que se va a utilizar. En el ejemplo considerado, la energía  $E$  (100Wh) es inferior a la energía máxima  $E_{MAX}$  (170Wh) y, en el instante  $t_0$ , la potencia media teórica  $P_M=10W$  es inferior a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  (20W). La potencia de consigna de carga  $P_L$  es por tanto igual a la potencia media  $P_M$ .

En la figura 5, las diferentes curvas representan respectivamente:

- Curva A: la estimación al comienzo de la jornada de la potencia máxima aceptable teórica ( $P_{MAX}$  teórica)
- Curva B: la evolución real de la potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ )
- Curva C: la evolución de la potencia media  $P_M$  en el curso de la jornada
- Curva D: la evolución de la potencia máxima que puede ser suministrada por el generador
- Curva F: la evolución de la potencia real de carga en los bornes de la batería

Al comienzo del día, entre  $t_0$  y  $t_1$ , la irradiación es débil y la potencia suministrada por el generador 2 (curva D) es inferior a la potencia media  $P_M$ , calculada por la unidad de control 6 para difundir la carga en las diez próximas horas. La potencia real de carga suministrada a la batería 1 (curva F) es entonces la potencia suministrada por el generador 2 (curva D). La unidad de control 6 recalcula entonces periódicamente el valor de la potencia media  $P_M$ , para tener en cuenta la carga realmente efectuada. El valor de la potencia media  $P_M$  aumenta, entonces, para compensar, en el resto del día, la falta de potencia actual (curva C). De manera análoga, la unidad de control 6 vuelve a actualizar permanentemente el valor real de la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  (curva B) en función de la evolución real de la temperatura.

La irradiación aumenta a partir del instante  $t_0$  y la potencia suministrada por el generador 2 (curva D) se vuelve igual a la potencia de consigna de carga  $P_L$  en el instante  $t_1$ . La unidad de control 6 limita entonces al valor  $P_L=P_M$  (11W en el ejemplo considerado) la potencia real de carga suministrada a la batería 1 por el regulador 3 de potencia. Las curvas C y F se combinan entonces hasta el instante  $t_2$ , mientras la potencia suministrada por el generador 2 (curva D) es superior o igual a la potencia media  $P_M$  que constituye la potencia de consigna de carga  $P_L$ . Así, la unidad de

control 6 limita la potencia de carga durante un primer cojinete de carga con potencia constante entre los instantes  $t_1$  y  $t_2$ .

Después de haber alcanzado un pico entre  $t_1$  y  $t_2$ , la irradiación sigue disminuyendo, después de  $t_2$  y hasta un instante  $t_3$ , la potencia suministrada por el generador 2 (curva D) sigue siendo inferior a la potencia de consigna  $P_L$ . El panel fotovoltaico 2 ya no está en condiciones de suministrar la potencia solicitada. La potencia real de carga es entonces igual a la potencia suministrada por el generador 2, es decir que las curvas D y F se combinan. Como entre los instantes  $t_0$  y  $t_1$ , la potencia de carga real (curva F) que es inferior a la potencia media  $P_M$  (curva C) inicialmente calculada para una difusión uniforme de la carga en la duración prevista de radiación solar, la potencia media  $P_M$  aumenta entre  $t_2$  y  $t_3$  (curva C), a fin de compensar la falta de energía suministrada a la batería 1. Entre  $t_2$  y  $t_3$ , los diferentes tamaños se recalculan y comparan. En el ejemplo considerado, con las condiciones climáticas reales, la energía máxima  $E_{MAX}$  recalculada (110Wh) es siempre superior a la energía necesaria  $E$  (80Wh) y la potencia media  $P_M$  (curva C) permanece inferior al valor correspondiente de la potencia máxima de carga (curva B) entre  $t_2$  y  $t_3$ . La potencia de consigna  $P_L$  permanece entonces combinada con la potencia media  $P_M$ .

La irradiación y la temperatura aumentan y la potencia suministrable (curva D) por el generador 2 se vuelve igual a la potencia de consigna  $P_L$  a partir del instante  $t_3$ . Como entre  $t_1$  y  $t_2$ , la energía necesaria  $E$  es inferior a la energía máxima  $E_{MAX}$  y la potencia media (curva C) es inferior a la potencia máxima aceptable (curva B), la potencia real de carga se combina, entonces, entre  $t_3$  y  $t_4$ , con la potencia media (curva C y F combinadas) para una difusión uniforme de la carga en la duración prevista de radiación solar.

A partir del instante  $t_4$ , habiendo seguido aumentando la temperatura, la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  (curva B) se vuelve inferior a la potencia media  $P_M$  (curva C). En estas condiciones, la potencia de consigna  $P_L$  se detiene en el valor de la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ . Las curvas B y F se combinan entonces. La unidad de control 6, que calcula un déficit de energía suministrada a la batería 1, aumenta entonces el valor de la potencia media  $P_M$  para compensar la falta de energía en el resto de la duración de radiación solar (curva C).

Entre  $t_4$  y  $t_5$ , la unidad de control 6 recalcula la energía necesaria  $E$ , la energía máxima  $E_{MAX}$ , las compara y determina entonces, en un instante  $t_{4b}$ , que la energía máxima se vuelve inferior a la energía necesaria ( $E_{MAX} < E$ ), en el ejemplo considerado. La unidad de control 6 fija entonces la potencia de consigna  $P_L$  a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ . La potencia de carga real (curva F) permanece así combinada con la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$  (curva B).

En el instante  $t_5$ , volviendo a bajar la temperatura, la potencia media  $P_M$  se vuelve inferior a la potencia máxima aceptable  $P_{MAX}$ . La unidad de control 6 fija entonces la potencia de consigna  $P_L$  a la potencia media  $P_M$ .

Al final del día, en el instante  $t_6$ , la irradiación disminuye y el panel fotovoltaico 2 ya no puede suministrar la potencia  $P_M$ . La potencia de carga (curva F) es entonces igual a la potencia suministrada por el generador 2 (curva D). La unidad de control 6 aumenta entonces el valor de la potencia media  $P_M$  para compensar la falta de energía en el resto de la duración de radiación solar (curva C).

Mientras que en el modo de realización, anteriormente descrito, la potencia de consigna  $P_L$  de carga es igual a la potencia media  $P_M$  si y, solamente si, la energía necesaria  $E$  es inferior a la energía máxima y si la potencia media  $P_M$  es inferior a la potencia máxima  $P_{MAX}$  aceptable, siendo la potencia de consigna  $P_L$  igual a la potencia máxima en los otros casos, una variante del modo de realización se puede utilizar a fin de aumentar la cantidad de energía suministrada a la batería 1. Así, se utilizan otros criterios relativos a la potencia de consigna  $P_L$ . La potencia de consigna  $P_L$  de carga es igual a la potencia media  $P_M$  si y, solamente si, la energía necesaria  $E$  es inferior a la energía máxima  $E_{MAX}$  y si la potencia media  $P_M$  es siempre inferior al mínimo de la potencia máxima  $P_{MAX}$  estimada el día siguiente. En el caso contrario, siendo la energía necesaria  $E$  superior a la energía máxima  $E_{MAX}$  o siendo el mínimo de la potencia máxima  $P_{MAX}$  estimada el día siguiente inferior a la potencia media  $P_M$ , mientras la unidad de control 6 controla el regulador 3 de manera que la potencia de consigna de carga  $P_L$  sea igual a la potencia máxima  $P_{MAX}$ .

En otra variante del modo de realización, pudiendo ser combinada con los modos de realizaciones anteriores, para estar más seguro de cargar la batería 1, la unidad de control 6 puede tener en cuenta un factor correctivo cuando la potencia de consigna de carga  $P_L$  es normalmente igual a la potencia media  $P_M$ . En estas condiciones, el factor correctivo puede ser, por ejemplo, constante o en función de la energía que queda por suministrar a la batería 1. El factor correctivo se determinará preferentemente de forma que la potencia de consigna de carga  $P_L$  esté comprendida entre la potencia media  $P_M$  y la potencia máxima  $P_{MAX}$  si la potencia media  $P_M$  es inferior a la potencia

máxima  $P_{MAX}$ .

Se puede igualmente, si se desea, introducir un factor correctivo en la potencia máxima  $P_{MAX}$  (ventajosamente inferior a 1 para evitar cargar directamente a esta potencia máxima).

5

Otra variante de realización se puede considerar a fin de proteger mejor la batería. La unidad de control 6 determina un estado de carga máximo SOCM aceptable por la batería 1 en función de la temperatura a fin de no volver a realizar, como anteriormente, la carga completa de la batería 1 en los intervalos de temperatura perjudiciales. A título de ejemplo, el estado de carga máximo SOCM aceptable para el día siguiente va en función del máximo de la

10

temperatura ambiente estimada para el día siguiente. La unidad de control 6 determina a continuación, el estado de carga actual SOC de la batería 1 y, por tanto, la energía necesaria  $E$  para cargar la batería 1 hasta el estado de carga máximo SOCM aceptable. El estado de carga máximo SOCM se puede calcular igualmente de manera continua en función de la evolución real de la temperatura.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de carga, a partir de un generador (2), de una batería (1), de un sistema autónomo que consta de unos componentes electrónicos, con una limitación, en función de la temperatura, de la potencia 5 suministrada a la batería (1) a una potencia de consigna de carga ( $P_L$ ), constando el procedimiento de
- una estimación de la duración durante la cual el recurso energético, disponible en el generador, es, hasta un instante predeterminado, superior a un valor umbral predeterminado,
- 10 - una estimación de la evolución de la temperatura hasta dicho instante,
- la estimación de la evolución de una potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ ) hasta dicho instante, en función de la evolución de la temperatura y de datos representativos de la fiabilidad del sistema en función de la temperatura,
- 15 - la determinación de la energía necesaria (E) para cargar la batería (1),
- el cálculo, en función de la energía necesaria (E) y de dicha duración, de una potencia media ( $P_M$ ) teórica, distribuida en dicha duración futura, que se va a suministrar a la batería (1) para cargarla completamente,
- 20 - la estimación a partir de la potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ ) de una energía máxima ( $E_{MAX}$ ) durante la duración futura, que puede ser suministrada por el generador,
- la determinación de una potencia de consigna de carga en función de la comparación entre la energía necesaria (E) y la energía máxima ( $E_{MAX}$ ) y de la comparación entre la potencia media ( $P_M$ ) y la potencia máxima de carga 25 ( $P_{MAX}$ ).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el valor de la potencia de consigna de carga ( $P_L$ ) es igual a la potencia media ( $P_M$ ) si la energía necesaria (E) es inferior o igual a la energía máxima ( $E_{MAX}$ ) y si la potencia media ( $P_M$ ) es inferior a la potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ ), siendo el valor de la potencia de 30 consigna de carga ( $P_L$ ) igual a la potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ ) en los otros casos.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el valor de la potencia de consigna de carga ( $P_L$ ) es igual a la potencia media ( $P_M$ ) si la energía necesaria (E) es inferior o igual a la energía máxima ( $E_{MAX}$ ) y si la potencia media ( $P_M$ ) es inferior al mínimo de la potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ ) estimado para la duración 35 futura, siendo el valor de la potencia de consigna de carga ( $P_L$ ) igual a la potencia máxima aceptable ( $P_{MAX}$ ) en los otros casos.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado porque** consta de la determinación de un estado de carga máximo (SOCM) aceptable de la batería (1) en función de la temperatura, 40 siendo la energía necesaria (E) la energía necesaria para cargar la batería (1) al estado de carga máximo (SOCM).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado porque** la energía necesaria (E) es la energía necesaria para cargar completamente la batería (1).
- 45 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, **caracterizado porque** la medida de la temperatura consta de la medida de la temperatura ambiente.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 6, **caracterizado porque** la medida de la temperatura consta de una medida representativa de la temperatura de los componentes electrónicos.
- 50 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7, **caracterizado porque** siendo el generador (2) de tipo fotovoltaico, la duración durante la cual el recurso energético está disponible representa la duración de radiación solar.
- 55 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7, **caracterizado porque** siendo el generador (2) de tipo micro-hidráulico, dicha duración representa la duración durante la cual el flujo hidráulico es superior a un umbral predeterminado.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 9, **caracterizado porque** siendo la

producción de energía por medio del generador intermitente y casi-periódica, el sistema autónomo consta del registro de sus condiciones de funcionamiento en un número predeterminado de períodos.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la energía máxima ( $E_{MAX}$ ) se determina teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento en un número predeterminado de períodos inmediatamente anteriores.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 y 11, **caracterizado porque** las condiciones de funcionamiento registradas constan de la temperatura, la duración efectiva de funcionamiento del generador (2) y/o la evolución de la energía necesaria.

13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 12, **caracterizado porque** los datos representativos de la fiabilidad constan al menos de unos datos relativos a la fiabilidad de los componentes electrónico y de la batería (1).

15

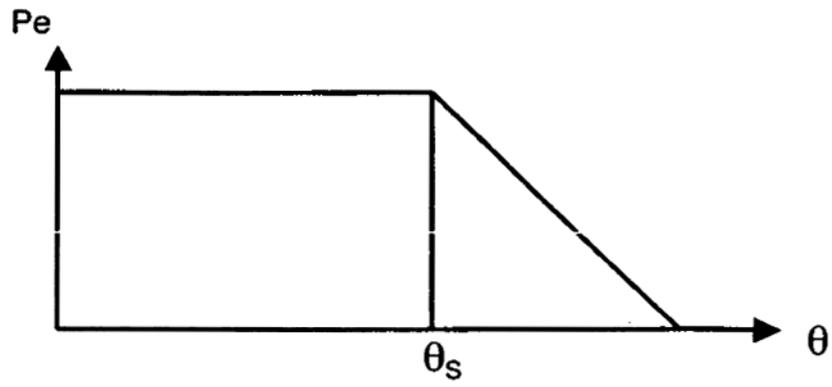


Figura 1 (estado anterior de la técnica)

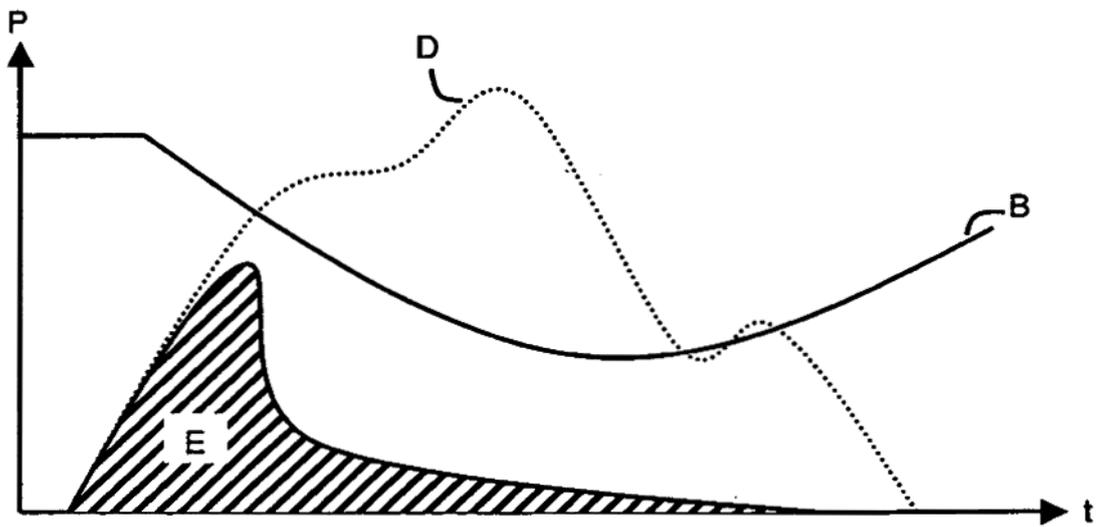


Figura 2 (estado anterior de la técnica)

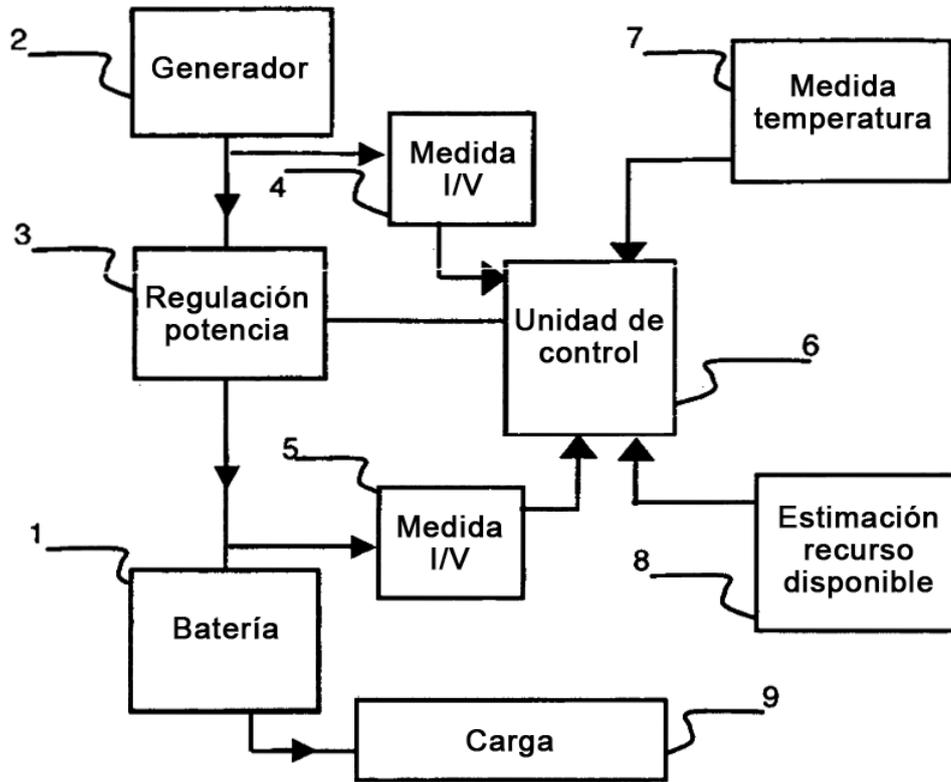


Figura 3

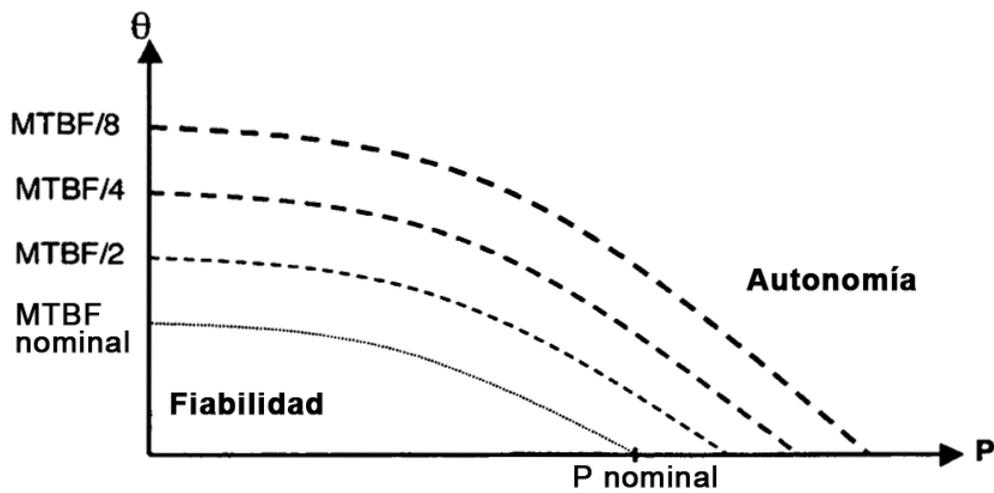


Figura 4

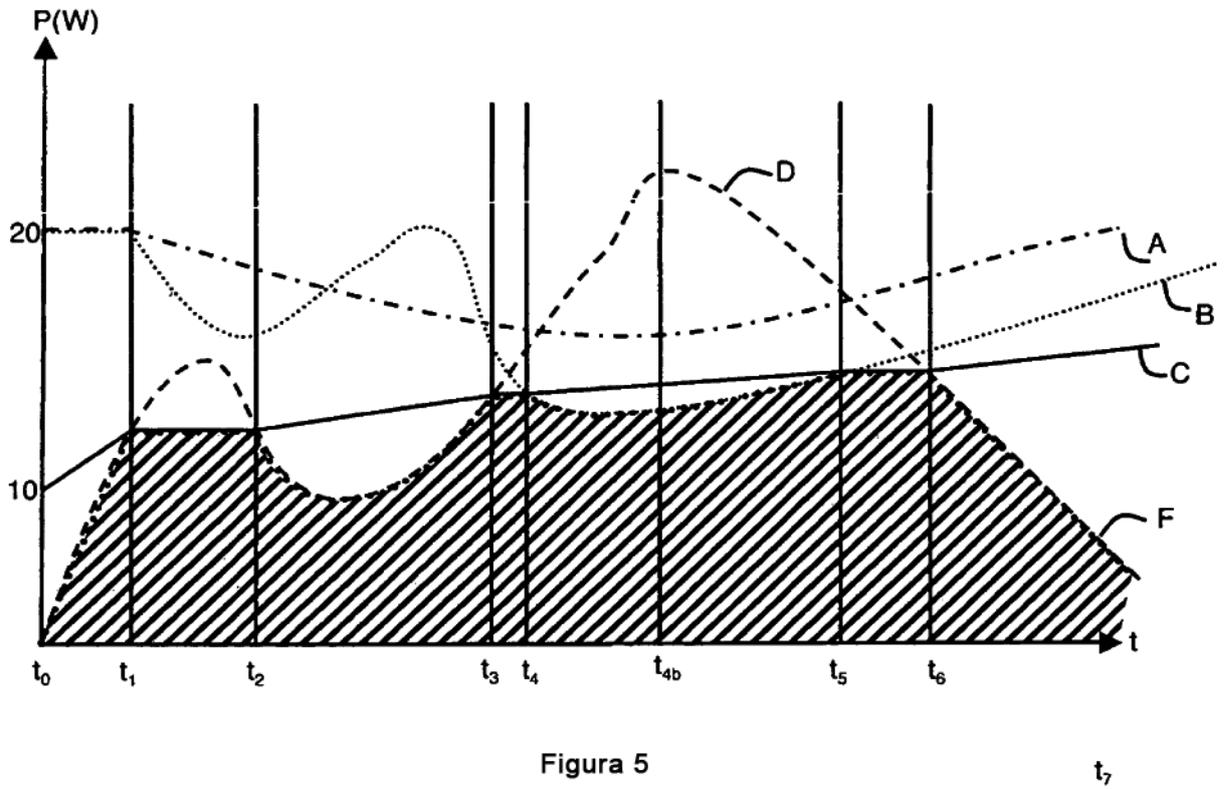


Figura 5