

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 060**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)

H02J 3/14 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

G01R 31/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2010 PCT/EP2010/065761**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.05.2011 WO11051144**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2010 E 10768020 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2494672**

54 Título: **Gestión de la recarga de un parque de baterías**

30 Prioridad:

29.10.2009 FR 0957622

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

22.05.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HA, DUY LONG y
GENIES, SYLVIE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 613 060 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

Gestión de la recarga de un parque de baterías

5 La invención se refiere a un procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería y a un dispositivo de recarga de baterías que implementa un procedimiento de este tipo.

10 Existen numerosos dispositivos que funcionan con la ayuda de una batería, como, por ejemplo, los vehículos eléctricos o híbridos. Cuando el usuario de un dispositivo eléctrico de este tipo se da cuenta de que la carga de su batería es demasiado escasa, la une a un dispositivo de recarga que explota una fuente de energía eléctrica que proporciona una corriente de recarga de la batería.

15 Cuando el dispositivo eléctrico referido es un vehículo eléctrico, el dispositivo de recarga de la batería puede presentarse en forma de un resguardo que define una plaza de aparcamiento y equipado eléctricamente para la conexión eléctrica con la batería. Un resguardo de este tipo puede estar equipado con paneles fotovoltaicos que generan una energía eléctrica que se utiliza para la recarga de la batería del vehículo. En la práctica, el conductor posiciona su vehículo bajo el resguardo, lo conecta eléctricamente a la fuente de energía del resguardo para iniciar inmediatamente la recarga de la batería. A continuación, la fase de recarga se para automáticamente por el dispositivo de recarga desde el momento en que la batería alcanza su carga completa.

20 Los dispositivos de recarga existentes no están optimizados. De hecho, la recarga de las diferentes baterías se inicia desde el momento de su conexión eléctrica, con como objetivo su carga completa. Ahora bien, esta recarga puede requerir una energía que proviene de una fuente de producción de electricidad costosa y/o contaminante en el momento de la recarga de la batería. Además, esta fuente de energía puede ser insuficiente en un instante dado, en concreto, si están cargándose simultáneamente varias baterías y/o si se utilizan unas fuentes de energía renovables, como una fuente solar o eólica, por naturaleza fluctuante. Por otra parte, la recarga total de cada batería no es necesaria tal vez para la utilización futura considerada.

25 Se identifican igualmente los documentos de los Estados Unidos US 2008/238357 A1 y US 5 548 200 A que describen unos procedimientos de gestión de la recarga de al menos una batería.

De esta manera, existe la necesidad de un procedimiento de gestión inteligente de la recarga de una o varias batería(s) de un dispositivo eléctrico.

35 Por lo tanto, un objeto general de la invención es proponer una solución de gestión optimizada de la recarga de al menos una batería de un dispositivo eléctrico, que alcanza todo o parte de los siguientes objetos particulares:

40 Un primer objeto de la invención es proponer una solución de recarga de una batería con un coste optimizado, con un rendimiento energético óptimo.

Un segundo objeto de la invención es proponer una solución de recarga de una batería con un impacto mínimo para el medio ambiente.

45 Un tercer objeto de la invención es proponer una solución de recarga de una batería compatible con la recarga de varias baterías, de un máximo de baterías simultáneamente.

50 Para ello, la invención está basada en un procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería, caracterizado por que comprende una transmisión de un nivel de carga deseado (C^i) para una batería (i) en un instante dado (T^i), de modo que la recarga permita que la batería (i) alcance un nivel de carga ($C(i)$) superior o igual al nivel de carga deseado (C^i) en el instante dado.

La invención está definida por las características de la reivindicación independiente. Los modos de realizaciones preferentes están definidos por las reivindicaciones dependientes.

55 El procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería puede implementar una recarga de cada batería (i) a una carga ($C(i)$) sustancialmente igual a la carga deseada (C^i), que respeta la siguiente condición: $C^i \leq C(i) \leq 1,1 C^i$.

60 El Procedimiento de gestión de la recarga puede comprender una etapa de medida del nivel de carga inicial (C_0^i) de una batería (i), después una etapa de medida de su nivel de carga en curso de recarga.

65 El procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería puede utilizar varias fuentes (j) de producción de energía eléctrica para la recarga de una batería y comprender una minimización del coste total para la recarga de la batería, minimizando la suma $\sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} \text{Cost}(j, t) S(j, t) dt$, donde $\text{Cost}(j, t)$ representa el coste de una unidad de energía producida por una fuente j en un instante t y $S(j, t)$ la cantidad de energía producida por una fuente j para la recarga

de la batería en un instante t , siendo J el número de fuentes de energía.

El procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería puede comprender una minimización del impacto medioambiental de la recarga de al menos una batería, minimizando la suma $\sum_{j=1}^J \int_0^{T^j} \text{Med}(j, t) S(j, t) dt$, donde $\text{Med}(j, t)$ representa el impacto medioambiental de una unidad de energía producida por una fuente j en un instante t .

El procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería puede comprender una minimización de la energía total $\sum_{j=1}^J \int_0^{T^j} S(j, t) dt$ utilizada para la recarga de al menos una batería y la toma en cuenta del máximo ($S_{\text{máx}}^j$) de energía disponible para cada fuente de producción por la condición $S(j, t) \leq S_{\text{máx}}^j$.

El procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería puede tomar en cuenta el rendimiento de recarga ($r_i(t)$) de cada batería en el instante t , definido por $C(i) = C_0^i + \int_0^{T^i} r_i(t) e(i, t) dt$, donde C_0^i representa el nivel de carga inicial de la batería y $e(i, t)$ representa la energía de recarga proporcionada a cada batería i en el instante t .

La invención también trata sobre un dispositivo de recarga de al menos una batería que comprende un medio de unión eléctrica con al menos una batería, caracterizado por que comprende un calculador que implementa el procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería tal como se ha descrito anteriormente.

El dispositivo de recarga de al menos una batería puede comprender un medio de producción de energía eléctrica solar y/o eólico.

El dispositivo de recarga de al menos una batería puede comprender un medio de comunicación para la transmisión de un nivel de carga deseado (C^i) para una batería (i) en un instante dado (T^i).

Estos objetos, características y ventajas de la presente invención se expondrán en detalle en la siguiente descripción de un modo de ejecución particular hecho a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas entre las que:

La figura 1 representa esquemáticamente el sistema que implementa el procedimiento de recarga de batería según un modo de ejecución de la invención.

La figura 2 representa la evolución en el tiempo de la carga de dos baterías y de la energía producida por un dispositivo de recarga según un ejemplo de aplicación de la invención.

Las figuras 3a y 3b representan la evolución en el tiempo de las energías transmitidas a las dos baterías.

La invención va a ilustrarse en el caso de un parque de vehículos eléctricos a título de ejemplo. Un vehículo eléctrico de este tipo puede ser una bicicleta eléctrica, un coche eléctrico, un segway, un escúter eléctrico, etc. Naturalmente, la invención podría trasladarse fácilmente a cualquier dispositivo eléctrico equipado con una batería para su alimentación, que necesita unas fases de recarga de su batería. Además, por razones de simplificación, se considerará en la siguiente descripción que cada vehículo está equipado con una sola batería. No obstante, el procedimiento podría aplicarse naturalmente de manera similar a unos vehículos equipados con varias baterías.

De esta manera, la figura 1 representa esquemáticamente un sistema que implementa el procedimiento de la gestión de recarga de batería según un modo de ejecución de la invención, en el que un dispositivo de recarga de baterías 1, unido a una o varias fuentes de producción de energía eléctrica $S(j)$ por una unión eléctrica 2, comprende un medio de recarga de la batería 11 de un vehículo eléctrico 10.

La invención está basada en el concepto de tomar en cuenta la necesidad de recarga de la batería 11 de un vehículo eléctrico 10. Esta necesidad depende por lo general de la futura utilización considerada y conocida del vehículo eléctrico en el momento de la puesta a cargar de su batería.

De esta manera, una etapa esencial del procedimiento de recarga de la batería del vehículo eléctrico 10 comprende la transmisión de la necesidad de recarga por el usuario del vehículo, incluso por el propio vehículo de manera automatizada en función de datos de itinerarios previamente capturados por el conductor, al dispositivo de recarga 1. Esta necesidad se expresa por los siguientes dos parámetros:

C representa el nivel de carga deseado de la batería,
 T representa el instante en el que el nivel de carga deseado C debe alcanzarse o rebasarse.

A continuación, el procedimiento de recarga como tal de la batería tiene naturalmente en cuenta esta necesidad, de modo que en el instante T , la carga de la batería sea al menos igual a C , preferentemente de manera sustancial igual o ligeramente superior a C , ventajosamente superior como máximo un 10 % de esta carga C . En ausencia de la información de la necesidad de carga, el procedimiento realiza la carga completa de la batería por defecto.

El nivel de carga representa la cantidad de electricidad o de energía disponible en la batería. Este nivel de carga se determinará en el instante inicial (C_0 en t_0), después regularmente, en tiempo real o casi real en el curso de la recarga, por cualquier método conocido por el estado de la técnica, en general basado en la medida de parámetros eléctricos tales como la tensión en los bornes de la batería, la temperatura y la corriente a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el nivel de carga es el parámetro sobre el que está basado el procedimiento de recarga de la batería, en concreto, para determinar el final de la recarga por la detección de la carga deseada C .

La medida del nivel de carga de la batería se efectúa por un dispositivo integrado en el vehículo eléctrico y asociado a la batería. Como variante, esta medida podría efectuarse por el dispositivo de recarga 1.

Además, el modelo de la batería particular de un vehículo eléctrico dado se transmite al dispositivo de recarga, con el fin, en concreto, de deducir de ello el rendimiento r del procedimiento de recarga, que se define como la relación entre la energía que sale de la batería sobre la energía de recarga que ha hecho falta inyectar. Este rendimiento depende por lo general del tipo de la batería y más exactamente de la tecnología utilizada.

Por lo tanto, el dispositivo de recarga de la batería proporciona una cierta cantidad de energía de recarga e a la batería 11, a partir de una cierta cantidad de energía u superior producida por una o varias fuentes de energía $S(j)$ disponibles y que alimentan el dispositivo de recarga. Finalmente, la recarga de la batería puede expresarse por las siguientes ecuaciones:

$$C = C_0 + u$$

$$u = r e$$

donde C es el nivel de carga final obtenido y C_0 el nivel de carga inicial.

El procedimiento de recarga de la batería según el modo de ejecución de la invención tiene en cuenta el hecho de que la energía eléctrica disponible en cualquier instante a la altura del dispositivo de recarga no es infinita, depende de las diferentes fuentes unidas al dispositivo de recarga. Por lo tanto, esta energía $S(j)$ disponible para cada fuente de energía j se incrementa por un máximo $S_{\text{máx}}^j$.

El procedimiento de recarga de la batería está basado en la explotación de J fuentes de producción de energía eléctrica j que producen una energía eléctrica $S(j)$ explotada por el dispositivo de recarga de batería que transmite una energía eléctrica $e(i)$ a cada batería i . Esta producción de energía $S(j)$ provoca un coste $\text{Cost}(j)$ y un impacto medioambiental $\text{Med}(j)$ por unidad de energía producida que puede medirse, incluyendo por ejemplo la expulsión de CO_2 a la atmósfera. Todos estos parámetros son variables a lo largo del tiempo.

Finalmente, el procedimiento implementado por la invención puede tomar en cuenta la presencia de varias baterías i (en total I baterías) que hay que recargar, hacia una carga C^i deseada en un instante T^i , a partir de una carga inicial C_0^i .

Por lo tanto, el procedimiento de recarga de la batería resuelve todo o parte de las siguientes ecuaciones y condiciones para deducir de ello las condiciones de carga de cada batería, a partir de qué fuente de producción eléctrica y en qué momento:

$$\text{En el instante } T^i, \text{ la carga } C^i \text{ respeta } C(i) \geq C^i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I e(i) = \sum_{j=1}^J S(j) \quad (2)$$

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} \text{Cost}(j, t) S(j, t) dt \quad (3)$$

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} \text{Med}(j, t) S(j, t) dt \quad (4)$$

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} S(j, t) dt \quad (5)$$

$$\text{Con } S(j, t) \leq S_{\text{máx}}^j \quad (6)$$

$$\text{Con } C(i) = r_i e(i) \quad (7)$$

La condición (1) permite alcanzar el nivel de carga deseado por el usuario para cada batería y respetar su necesidad. Preferentemente, el nivel de carga final $C(i)$ buscado es sustancialmente igual al nivel de carga deseado C^i , rebasándolo como máximo en un 10 % y, por lo tanto, respetando la siguiente condición: $C^i \leq C(i) \leq 1,1 C^i$.

5 La ecuación (2) representa el equilibrio energético del sistema entre la energía producida por las diferentes fuentes de producción de energía y la energía consumida para la recarga.

Las condiciones (3) y (4) permiten realizar la recarga respectivamente con el coste mínimo y con un impacto mínimo sobre el medioambiente.

La condición (5) permite efectuar la recarga con un rendimiento energético máximo.

10 Estas tres últimas condiciones (3), (4), (5), favorecen la recarga durante los períodos en los que las fuentes de energía renovables (solar, eólica...) presentan una producción eléctrica elevada.

La condición (6) toma en cuenta el máximo de producción eléctrica posible para cada fuente.

15 La ecuación (7) hace que intervenga el rendimiento r_i de la recarga, que depende del tipo de la batería i considerada. Este rendimiento de la batería se obtiene por lo general experimentalmente. Por lo general es no lineal y el modo de ejecución de la invención propone una discretización temporal de las ecuaciones y condiciones anteriores y una transformación lógica por variable binaria, con el fin de poder escribirlas en forma lineal a pesar de la naturaleza no lineal del rendimiento r y facilitar la resolución matemática de estas ecuaciones, por ejemplo, por un método de separación y evaluación ("branch and bound" en término anglosajón).

20 La resolución de estas condiciones y ecuaciones permite obtener la energía $S(j)$ que hay que producir y extraer en cada fuente de energía j para cargar cada batería i . Esta solución también da el reparto en el tiempo de estas energías. Por la resolución de todo o parte de estas condiciones y ecuaciones, según la complejidad deseada de la implementación de la invención, es posible asegurar una gestión anticipativa óptima de la gestión de la recarga de las baterías. Esta solución representa un plan de recarga, para un horizonte deslizable.

25 La invención también trata sobre un dispositivo de recarga que implementa el procedimiento de recarga de baterías tal como se ha definido más arriba. Para ello, el dispositivo de recarga 1, representado esquemáticamente en la figura 1, comprende una unión 2 con una o varias fuentes de producción de energía eléctrica $S(j)$. En el ejemplo ilustrado, integra unos paneles fotovoltaicos 3 para una producción local de energía eléctrica solar. Además, está unido a la red eléctrica 4 cuya energía eléctrica proviene de diferentes fuentes, como unas fuentes eólicas 5 o tradicionales 6 (gas, carbón, nuclear...). En un caso de este tipo, el procedimiento de gestión de la recarga de batería puede comprender una estimación de la producción futura de energía eléctrica solar, en concreto, a partir de previsiones meteorológicas.

35 El dispositivo de recarga 1 comprende una inteligencia, en forma de cualquier tipo de calculador 7, que permite la implementación del procedimiento anterior y, en concreto, la resolución de las ecuaciones matemáticas mencionadas, con el fin de determinar las condiciones de recarga de cada batería 11 conectada. Por último, comprende un medio de unión eléctrica 8 con una batería para la implementación de su recarga y un medio de comunicación 9 que permite la transmisión de datos con el vehículo y/o su conductor como el nivel de carga de la batería, la necesidad de carga deseada. Este último parámetro puede transmitirse por el propio conductor al dispositivo de recarga por medio de una interfaz hombre-máquina o manualmente o de manera automática por medio del propio vehículo eléctrico, a partir, por ejemplo, de un calendario electrónico, de un teléfono, de un mensaje electrónico, etc.

45 De esta manera, la invención permite alcanzar los objetos buscados y presenta finalmente las siguientes ventajas:

- como la recarga de las baterías tiene en cuenta la necesidad real de cada batería, permite gestionar de manera óptima en el tiempo la recarga de las diferentes baterías, en los momentos más ventajosos. Además, permite recargar en paralelo un máximo de baterías, puesto que no busca obligatoriamente la recarga máxima e inmediata de todas las baterías conectadas al dispositivo de recarga;
- 50 - la recarga en el tiempo de la batería también permite tener en cuenta las diferentes configuraciones de las fuentes de energía eléctrica disponibles y optimizar las cargas durante unos instantes ventajosos, utilizando un máximo de fuentes de energía con escaso coste y poco contaminantes.

55 Las figuras 2, 3a y 3b ilustran el resultado obtenido por un modo de ejecución particular de la invención, en el que deben recargarse con carga completa dos dispositivos eléctricos, el primero para las 13 H y el segundo para las 16 H. Los dos dispositivos eléctricos están conectados al dispositivo de recarga hacia las 7 H de la mañana. El dispositivo de recarga está conectado a la red eléctrica nacional y comprende unos paneles fotovoltaicos para una capacidad de 4 kW.

60 Las curvas 20 y 21 de la figura 2 representan la variación en el tiempo de respectivamente la producción eléctrica proporcionada por los paneles fotovoltaicos del dispositivo de recarga y la producción eléctrica procedente de la red eléctrica. Las curvas 22 y 23 ilustran respectivamente las cargas de las dos baterías en función del tiempo. Se señala que, durante todo el período de exposición al sol importante, la energía eléctrica explotada proviene sustancialmente de los paneles fotovoltaicos. La energía de la red eléctrica solo se utiliza pronto por la mañana. Además, se muestra bien que la gestión en el tiempo de la recarga permite bien alcanzar las necesidades de los dos

dispositivos en cuanto a plazo. La figura 3a comprende las curvas 24, 25 que representan respectivamente la energía inyectada en la primera batería y la energía realmente acumulada en esta batería, en función del tiempo. Se pone de manifiesto que esta energía es abundante y relativamente constante de las 7 H a las 13 H. La diferencia entre las dos curvas proviene del rendimiento de recarga de la batería y representa las pérdidas de la recarga, como se ha expresado esto anteriormente. La figura 3b representa de manera similar las curvas 26, 27 que representan respectivamente la energía inyectada en la segunda batería y la energía realmente acumulada en esta batería, en función del tiempo. Se pone de manifiesto que esta energía es escasa y relativamente constante de las 7 H a las 13 H y abundante entre las 13 H y las 16 H. Este reparto permite privilegiar en un primer tiempo la recarga de la primera batería que debe estar lista más pronto. Se señala que en las primeras horas en las que las dos baterías están cargándose y en las que la exposición al sol es escasa, el dispositivo de recarga recurre a una cierta energía eléctrica mínima que proviene de la red eléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería, caracterizado por que comprende una transmisión de la necesidad de nivel de carga deseado C^i para una batería i en un instante dado T^i del usuario o de un vehículo hacia un dispositivo de recarga, de modo que la recarga permita que la batería i alcance un nivel de carga $C(i)$ superior o igual al nivel de carga deseado C^i en el instante dado y por que utiliza varias fuentes j de producción de energía eléctrica para la recarga de una batería y por que comprende una minimización del coste total para la recarga de la batería, minimizando la suma $\sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} \text{Cost}(j, t) S(j, t) dt$, donde $\text{Cost}(j, t)$ representa el coste de una unidad de energía producida por una fuente j en un instante t y $S(j, t)$ la cantidad de energía producida por una fuente j para la recarga de la batería en un instante t , siendo J el número de fuentes de energía.
2. Procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería según la reivindicación anterior, caracterizado por que implementa una recarga de cada batería i a una carga $C(i)$ sustancialmente igual a la carga deseada C^i , que respeta la siguiente condición: $C^i \leq C(i) \leq 1,1 C^i$.
3. Procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa de medida del nivel de carga inicial C_0^i de cada batería i , después una etapa de medida de su nivel de carga en curso de recarga.
4. Procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una minimización del impacto medioambiental de la recarga de al menos una batería, minimizando la suma $\sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} \text{Med}(j, t) S(j, t) dt$, donde $\text{Med}(j, t)$ representa el impacto medioambiental de una unidad de energía producida por una fuente j en un instante t .
5. Procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una minimización de la energía total $\sum_{j=1}^J \int_0^{T^i} S(j, t) dt$ utilizada para la recarga de al menos una batería y la toma en cuenta del máximo $S_{\text{máx}}^j$ de energía disponible para cada fuente de producción por la condición $S(j, t) \leq S_{\text{máx}}^j$.
6. Procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que toma en cuenta el rendimiento de recarga ($r_i(t)$) de cada batería en el instante t , por una etapa de cálculo según la ecuación $C(i) = C_0^i + \int_0^{T^i} r_i(t) e(i, t) dt$, donde C_0^i representa el nivel de carga inicial de la batería y $e(i, t)$ representa la energía de recarga proporcionada a cada batería i en el instante t .
7. Dispositivo de recarga (1) de al menos una batería que comprende un medio de unión eléctrica (8) con al menos una batería, caracterizado por que comprende un calculador (7) que implementa el procedimiento de gestión de la recarga de al menos una batería según una de las reivindicaciones anteriores.
8. Dispositivo de recarga de al menos una batería según la reivindicación anterior, caracterizado por que comprende un medio de producción de energía eléctrica solar (3) y/o eólico.
9. Dispositivo de recarga de al menos una batería según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que comprende un medio de comunicación (9) para la transmisión de un nivel de carga deseado C^i para una batería i en un instante dado T^i .

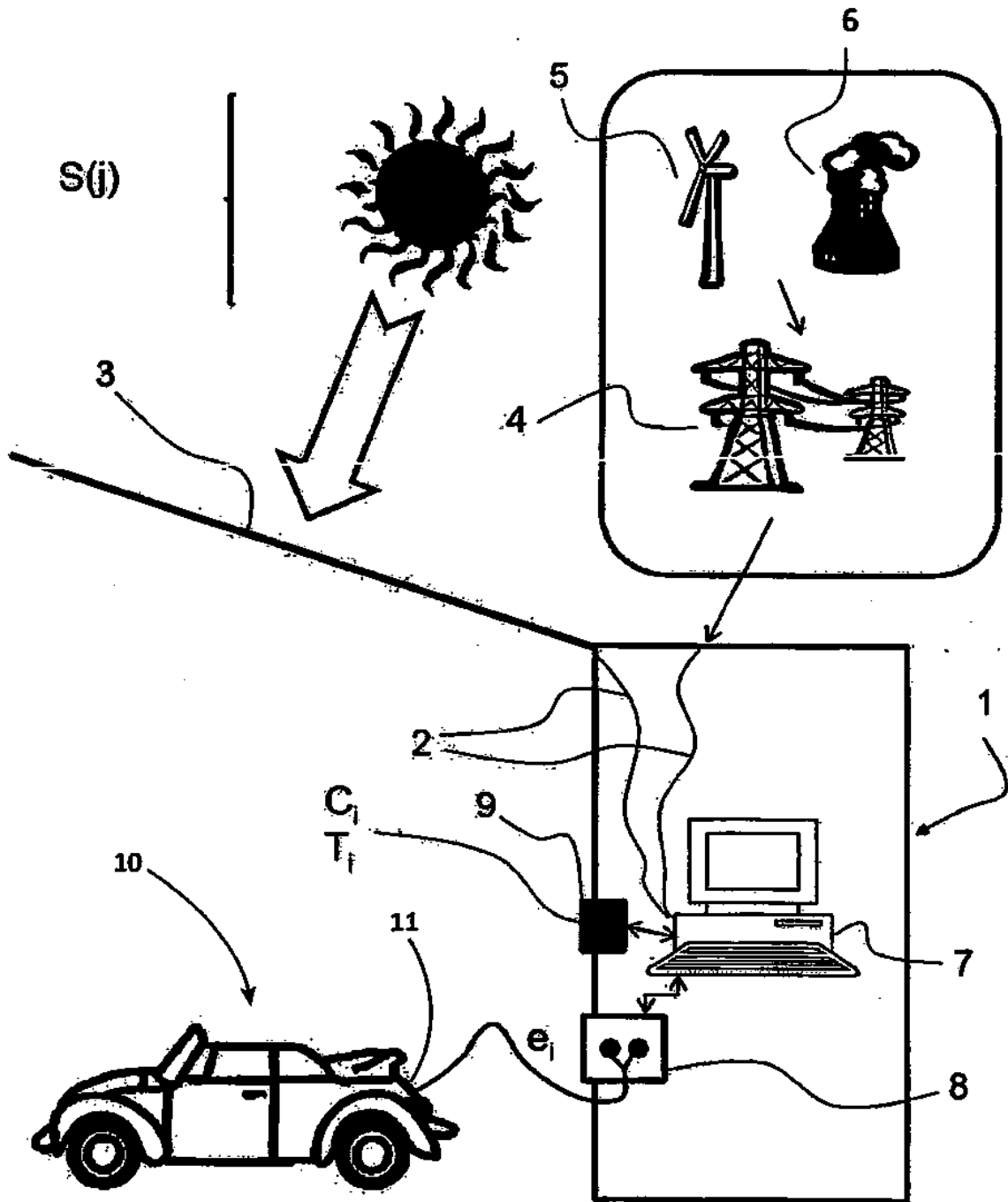


FIG.1

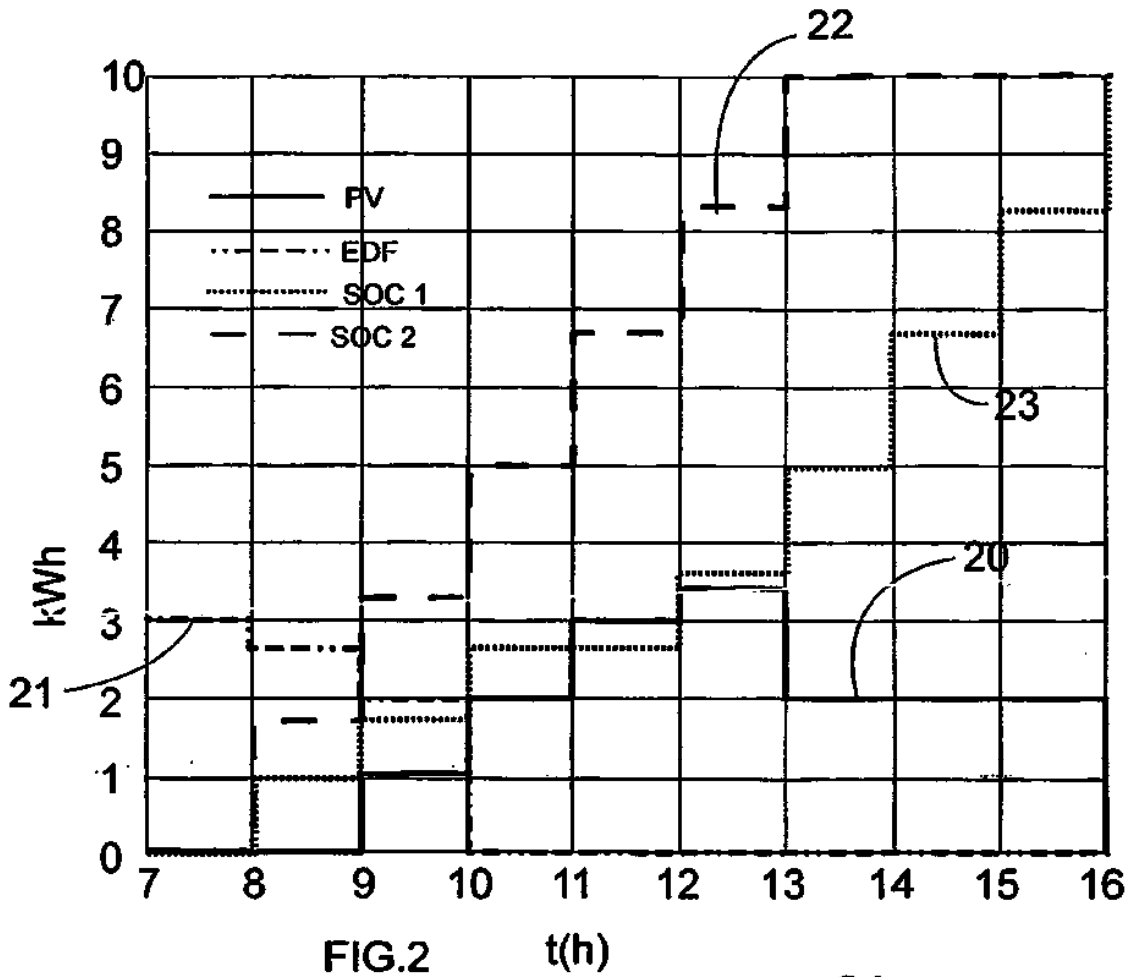


FIG. 2 t(h)

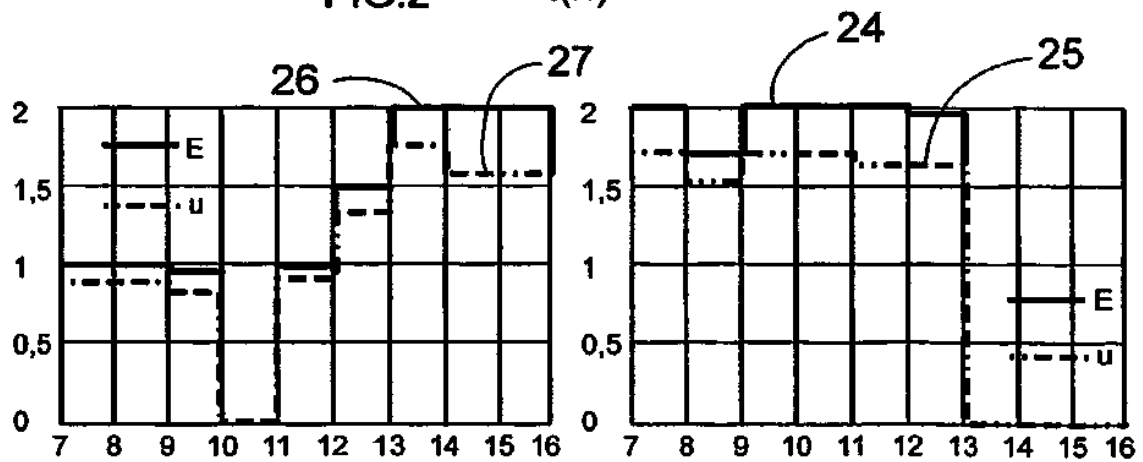


FIG. 3b

FIG. 3a