

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 485**

51 Int. Cl.:

**B60L 11/18** (2006.01)

**G06Q 10/06** (2012.01)

**G07B 15/00** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2014 E 14155471 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 2767431**

54 Título: **Procedimiento de optimización de la energía de recarga y de vida útil de las baterías eléctricas**

30 Prioridad:

**18.02.2013 FR 1351367**

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

**04.03.2016**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS  
(100.0%)  
35, rue Joseph Monier  
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**GUALINO, DAVID**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 562 485 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 optimización de la energía de recarga y de vida útil de las baterías eléctricas

**Campo técnico**

5 La invención se sitúa en el campo de la optimización de la energía de recarga y del periodo de vida útil de las baterías eléctricas y se refiere de manera más específica a un procedimiento de optimización de la energía de recarga y del periodo de vida útil de las baterías de una flota de  $n$  vehículos eléctricos  $V_i$  ( $i = 1$  a  $n$ ), siendo susceptible cada uno de dichos vehículos de utilizarse para realizar un recorrido de una distancia predefinida entre una multitud de recorridos diferentes, presentando la batería de cada vehículo una autonomía  $auto\_inic(i)$  inicial, una autonomía  $auto\_max(i)$  máxima, una autonomía  $auto\_act(i)$  residual antes de cada recorrido, un estado  $SOC(i)$  de carga y un estado  $SOH(i)$  de salud que puede cambiar a lo largo del tiempo.

La invención se aplica de manera más particular, pero no de forma exclusiva, a la distribución de energía eléctrica a una o varias entidades consumidoras de energía como, por ejemplo, unos vehículos eléctricos y/o híbridos.

15 La invención también se refiere a un dispositivo que consta de unos medios para implementar el procedimiento de acuerdo con la invención y un programa de ordenador grabado en un soporte y que consta de unas instrucciones para realizar las etapas del procedimiento de acuerdo con la invención cuando este se ejecuta en un ordenador.

**Estado de la técnica anterior**

20 Las soluciones de la técnica anterior conocida para recargar las baterías de una o de varias entidades eléctricas se basan bien en una estrategia denominada "de orden de llegada" que consiste en asignar toda la energía disponible desde el momento en que se solicita, o bien de acuerdo con una estrategia denominada del "*best-effort*" que se basa en una jerarquización de las cuentas de cliente según varios niveles de prioridad que dependen del tipo de contrato de cada cliente.

El inconveniente del primer enfoque es que favorece a los que piden primero en detrimento de los que vienen después, mientras que en el segundo enfoque, el recurso se reparte entre todos los clientes en función de la disponibilidad actual, sin comprometerse con la cantidad de energía suministrada durante el periodo de distribución.

25 Cada vez más empresas como los servicios postales, los hospitales, los transportes públicos, los servicios de alquiler de vehículos urbanos utilizan una flota que consta de varios vehículos eléctricos. Estos vehículos deben recargarse de forma regular para garantizar su disponibilidad permanente.

30 Tradicionalmente, con el fin de disponer de una flota siempre operativa con la máxima autonomía, los vehículos se recargan al máximo de sus capacidades respectivas. Esto lleva a dimensionar el dispositivo de carga para la capacidad máxima que permite recargar todos los vehículos a su capacidad de recarga máxima.

35 En el documento FR 2519415 se describe un método de optimización de la recarga de aparatos eléctricos. En el método propuesto en este documento, se conoce por adelantado una franja horaria (denominada de horas valle) que optimiza el coste de una recarga. Ahora bien, por una parte, una empresa no puede inmovilizar toda su flota durante esta franja horaria y, por otra parte, la capacidad de carga durante esta franja puede ser insuficiente para responder a las necesidades de recarga. Además, el método descrito en el documento citado, parte del principio de que el coste de la energía es fijo y, por ello no tiene en cuenta las variaciones de este coste a lo largo del tiempo. Por consiguiente, este método no tiene en cuenta la variabilidad de la energía para optimizar la carga y el periodo de vida útil de las baterías que hay que recargar.

40 Un objetivo de la invención es rentabilizar al máximo el número de vehículos que hay que recargar maximizando el periodo de vida útil de las baterías de estos vehículos y aprovechando al máximo las tarifas más bajas de la energía sabiendo que no se desea una autonomía máxima, sino simplemente garantizar un trayecto ya conocido.

En resumen, la invención tiene como objetivo:

- optimizar el periodo de vida útil de las baterías utilizando lo mejor posible estas baterías;
- optimizar la propia recarga situándola lo mejor posible en el tiempo para reducir la factura de electricidad;
- 45 – minimizar la huella de carbono.

En todos los casos, la invención pretende cumplir con la limitación de disponibilidad de la flota para los recorridos previstos al día siguiente, teniendo en cuenta un coste variable de la electricidad según las franjas horarias, así como un estado de carga y estado de salud de la flota al final del día, y una planificación de los desplazamientos del día siguiente.

50 Otro objetivo de la invención es ofrecer un método que rentabilice lo mejor posible una flota de vehículos eléctricos.

El documento US 6181991 B1 describe un sistema que permite seleccionar un vehículo en un parque de vehículos eléctricos para recorrer una distancia dada en función de la posición de salida y la de la llegada que las proporciona

un usuario y en función de la carga eléctrica disponible de cada vehículo.

El documento US 2007/011 8502 A1 describe un método y un sistema de planificación de las misiones de una flota de vehículo que consiste en definir un conjunto de modelos de misiones que hay que cumplir, un conjunto de modelos que definen la posibilidad de cumplir la misiones predefinidas y un procedimiento de selección que permite definir las capacidades necesarias para la realización de cada misión.

El documento EP 1837944 A3 describe un aparato de control de la alimentación eléctrica de varias baterías montadas en paralelo que constan de un módulo destinado a evaluar la carga y la descarga de cada batería.

El documento WO 2013/014930 A1 describe un dispositivo de carga de baterías provisto de un sistema de control del estado de las baterías que hay que cargar y de los interruptores conectados a dichas baterías, controlándose dichos interruptores en función del estado de dichas baterías.

**Descripción de la invención**

El objetivo de la invención se consigue por medio de un procedimiento de optimización de la energía de recarga y del periodo de vida útil de las baterías de una flota de N vehículos eléctricos que pueden, cada uno, utilizarse para realizar un recorrido de una distancia predefinida entre una multitud de recorridos diferentes, presentando la batería de cada vehículo una autonomía auto\_inic(i) inicial, una autonomía máxima, una autonomía residual después de cada recorrido y una capacidad SOH(i) de carga que puede cambiar a lo largo del tiempo.

El procedimiento de acuerdo con la invención consta de las siguientes etapas:

para cada recorrido y para cada vehículo,

- definir una autonomía auto\_desead(i) deseada;
- clasificar los recorridos que hay que realizar según un orden decreciente de las autonomías deseadas;
- calcular la autonomía residual y la autonomía máxima de cada vehículo después de cada recorrido; y

para realizar un recorrido dado:

- calcular, para cada vehículo disponible, una carga SOC\_nec\_opt(i) óptima en función de la autonomía auto\_desead(i) deseada y de la autonomía máxima; y
- calcular un indicador del envejecimiento de la batería en función de dicha carga óptima y de la carga residual al final del recorrido;
- seleccionar un vehículo con el indicador de envejecimiento más bajo para realizar dicho recorrido dado.

En una forma de realización de la invención, la carga SOC\_nec\_opt(i) óptima se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$SOC\_nec\_opt(i) = 100 - (50 * (auto\_max(i) - auto\_desead(i)) / auto\_max(i)).$$

De acuerdo con otra característica de la invención, la carga óptima después de la recarga se corrige para cada vehículo en función de su carga actual. La carga óptima corregida viene dada por la siguiente fórmula: SOC\_nec\_opt\_cor(i) = max(SOC(i), SOC\_nec\_opt(i)).

El envejecimiento de un vehículo se calcula mediante la fórmula:

$$Envejecimiento = \int_{SOC_{fin, recorrido(i)}}^{SOC_{nec\_opt\_cor(i)}} PVi$$

es el envejecimiento que se calcula mediante esta fórmula; PVi se define en la curva de la figura 3, PVi es un parámetro que representa el envejecimiento instantáneo del vehículo en un estado de carga dado.

La autonomía residual antes de cada recorrido de cada vehículo se calcula mediante la fórmula: auto\_act(i) = SOC(i)\*SOH(i)\*auto\_inic(i), y la autonomía máxima de cada vehículo se calcula mediante la fórmula: auto\_max(i) = SOH(i)\*auto\_inic(i).

El procedimiento de acuerdo con la invención lo implementa un dispositivo que consta de un módulo que consta de un software adaptado para definir una autonomía auto\_desead(i) deseada para cada recorrido y para cada vehículo, clasificar los recorridos que hay que realizar en un orden decreciente de las autonomías deseadas, calcular la autonomía residual y la autonomía máxima de cada vehículo antes de cada recorrido, calcular, para cada vehículo disponible para realizar un recorrido dado, una carga SOC\_nec\_opt(i) óptima en función de la autonomía auto\_desead(i) deseada y de la autonomía máxima, calcular un indicador del envejecimiento de la batería en función de la carga SOC\_nec\_opt(i) óptima y de la carga residual al final del recorrido, y para seleccionar un vehículo con el indicador de envejecimiento más bajo para realizar dicho recorrido dado.

**Breve descripción de los dibujos**

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención en la descripción que viene a continuación, tomada a título de ejemplo no limitativo, en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 5 - la figura 1 ilustra de forma esquemática una arquitectura global de un sistema de recarga de las baterías de una flota de varios vehículos eléctricos;
- la figura 2 ilustra de forma esquemática la evolución del estado de carga de una batería de un vehículo;
- la figura 3 representa una curva experimental que ilustra el estado de envejecimiento de una batería en función de su estado de carga;
- 10 - la figura 4 representa un ejemplo de curva que ilustra las variaciones del coste de la energía en función del tiempo durante un periodo de recarga;
- la figura 5 ilustra una división del periodo de recarga de la figura 4 en un ejemplo de implementación del procedimiento de acuerdo con la invención;
- la figura 6 es un organigrama que ilustra las etapas de cálculo de las autonomías de los vehículos de la flota y de asignación de dichos vehículos a unos recorridos en un ejemplo de implementación del procedimiento de acuerdo con la invención;
- 15 - la figura 7 es un organigrama que ilustra el posicionamiento en el tiempo de las recargas necesarias.

**Descripción detallada de unas formas particulares de realización**

20 Se va a describir la invención en referencia a la figura 1 que ilustra de forma esquemática un sistema de recarga de las baterías de una flota de n vehículos (V1, V2... Vn) conectadas a una fuente 2 de alimentación eléctrica. Este sistema consta, además, de un autómata 4 con un administrador de recarga provisto de un acoplador 6, de una tarjeta 8 de salida que tiene n salidas S1, S2.... Sn conectadas respectivamente a n contactores KB1, KB2... KBn, controlándose cada contactor KBi mediante el autómata 4 para conectar (desconectar) un vehículo Vi a (de) la fuente 2 de alimentación eléctrica. El autómata 4 está conectado, por medio de una red de telecomunicaciones, como Internet, a una ubicación 1 central de gestión de un distribuidor de electricidad. El acoplador 6 está conectado, además, a cada vehículo Vi por medio de una conexión inalámbrica (wifi, por ejemplo).

Cálculo de las autonomías de las diferentes baterías

30 La batería de un vehículo Vi se caracteriza por una autonomía auto\_inic(i) inicial, una autonomía auto\_max(i) máxima, una autonomía auto\_act(i) residual antes de un recorrido, un estado SOC(i) de carga y un estado SOH(i) de salud. Estos parámetros cambian a lo largo del tiempo en función del envejecimiento de la batería que se traduce en una pérdida de capacidad de carga como se ilustra de manera esquemática en la figura 2.

Antes de cada recorrido, se calculan la autonomía auto\_act(i) residual y la autonomía auto\_max(i) máxima de una batería en función de su carga SOC(i) y de su estado SOH(i) de salud.

35 La figura 3 representa una curva experimental que ilustra el estado de envejecimiento de una batería en función de su estado de carga. Como se puede ver en esta curva, una descarga total (0% de la capacidad de carga) o una carga completa (100% de la capacidad de carga) acelera el envejecimiento de la batería, parámetro PVi (indicador de envejecimiento), al 100%. Por el contrario, el parámetro PVi no sobrepasa el 10% cuando la carga y la descarga de la batería se realizan respectivamente entre un 20% y un 80% de su capacidad total. Por consiguiente, es mucho mejor realizar un ciclo entorno al 50 % de carga y evitar las fuertes cargas o fuertes descargas. De esto se deriva que para realizar un recorrido, conviene seleccionar un vehículo cuya batería va a realizar un ciclo con unos niveles de carga donde el parámetro PVi es el más bajo.

Asignación de los vehículos a los recorridos

45 Para asignar de forma óptima un vehículo a un recorrido, se clasifican unos recorridos que hay que realizar en un orden decreciente de las autonomías auto-desead(i) deseadas. A continuación para cada recorrido, empezando por la más alta, se selecciona el conjunto de los vehículos capaces de realizar este recorrido. Para cada uno de los vehículos Vi (i= 1 a n), se calcula la carga óptima de batería al final de la carga SOC\_nec\_opt(i) para optimizar su periodo de vida útil, es decir, situando su funcionamiento en el recorrido que hay que realizar entorno al 50% de carga.

Esta carga óptima se calcula mediante la fórmula:

$$SOC\_nec\_opt(i) = 100 - (50 * (auto\_max(i) - auto\_desead(i)) / auto\_max(i))$$

50 En efecto, como se ha indicado con anterioridad, para minimizar el envejecimiento natural de una batería y aumentar de este modo el tiempo de su vida útil entre un 20 y un 30%, es preciso limitar al máximo los fuertes estados de carga y fuertes estados de descarga. La carga óptima tras la recarga se corrige para cada vehículo en función de su carga actual de acuerdo con la siguiente expresión:

$$SOC\_nec\_opt\_cor(i) = \max(SOC(i), SOC\_nec\_opt(i))$$

En efecto, no se puede pretender un estado de carga inferior al estado de carga actual.

A continuación se calcula el envejecimiento asociado para cada uno de estos vehículos si se seleccionara para el recorrido considerado en función de la carga antes y la carga después del recorrido.

El envejecimiento se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$5 \quad \text{Envejecimiento} = \int_{\text{SOC}_{\text{fin/recorrido}}(i)}^{\text{SOC}_{\text{nec\_opt\_cor}}(i)} PVi$$

siendo  $\text{SOC}_{\text{fin\_recorrido}}(i) = \text{SOC}_{\text{nec\_opt\_cor}}(i) - 100 \cdot \text{auto\_desead}(i) / \text{auto\_max}(i)$ .

Posicionamiento en el tiempo de las recargas necesarias

La figura 4 ilustra de forma esquemática una curva que describe el precio de la energía en función del tiempo para un periodo de recarga potencial, por ejemplo de las 17:00 a las 7:00 horas del día siguiente.

10 Esta curva o bien se conoce a partir de una contratación eléctrica dada, o bien corresponde a una información comunicada por un administrador de energía.

Una primera etapa consiste en dividir esta curva en F franjas horarias  $T_i$  de duración  $d_i$  como se ilustra en la figura 5.

15 Se clasifican entonces estas franjas en el orden creciente, es decir de la franja horaria menos cara a la franja horaria más cara. Se considera un conjunto de M ( $M \leq N$ ) vehículos de la flota que necesitan una recarga los cuales parten de un estado  $\text{SOC}(j)$  de carga. Se calcula, para cada vehículo, su nuevo estado de carga considerando una recarga de 3 kW durante la duración  $d_i$  de la franja horaria  $T_i$  menos cara. En cuanto un vehículo  $V_j$  ( $j \leq M$ ) alcanza un nivel de carga superior a su carga  $\text{Soc}_{\text{nec\_opt\_cor}}(j)$  óptima, se detiene la recarga. Se ajusta entonces la duración  $d_i$ , por medio de una regla de tres, para obtener el valor exacto de la carga óptima  $\text{Soc}_{\text{nec\_opt\_cor}}(j)$ .

20 Hay que señalar que este ajuste solo es necesario si se consideran unas franjas horarias de larga duración.

El cálculo de las autonomías de las diferentes baterías y la asignación de los vehículos a los recorridos se describirán en referencia a la figura 6 que ilustra un algoritmo que describe las etapas necesarias para ello. Este algoritmo consta de una primera rama que consta de las etapas de cálculo de la autonomía máxima y de la autonomía residual de cada batería antes de cada recorrido, y de una segunda rama que consta de una etapa de clasificación de los recorridos que hay que realizar por orden decreciente de las autonomías deseadas para realizar un recorrido dado.

25 Este algoritmo se inserta en el autómata 4 que cumple la función de administrador de energía. El autómata 4 controla entonces el conjunto de contactores  $\text{KB}_i$  ( $i = 1$  a  $n$ ) para alimentar o no el vehículo que tiene conectado. Cada vehículo  $V_i$  ( $i = 1$  a  $n$ ) se comunica con el autómata 4 por medio de una red inalámbrica de tipo wifi para hacerle llegar la información de estado de carga. El propio borne de recarga también puede hacerle llegar o calcular el estado de salud de cada batería.

30 En otra forma de realización, los usuarios introducen el estado de carga de los vehículos al final del recorrido por medio de una interfaz de usuario conectada al autómata. Este último se comunica con la ubicación 1 central de gestión del distribuidor de energía que envía los diferentes índices tarifarios y sus horarios asociados en forma de tablas.

35 En referencia a la figura 6, en la primera rama, para cada vehículo  $V_i$  ( $i = 1$  a  $n$ ) el autómata 4 escanea (etapa 20) las salidas del acoplador 6 y lee (etapa 22) los valores respectivos de la autonomía  $\text{auto\_inic}(i)$  inicial, de la carga  $\text{SOC}(i)$  y del estado  $\text{SOH}(i)$  de salud, de cada batería.

40 En la etapa 24, para cada vehículo  $V_i$  ( $i = 1$  a  $n$ ) el autómata 4 calcula la autonomía  $\text{auto\_act}(i)$  residual actual de la batería de cada vehículo  $V_i$  y la autonomía  $\text{auto\_max}(i)$  máxima de cada batería mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{auto\_act}(i) = \text{SOC}(i) \cdot \text{SOH}(i) \cdot \text{auto\_inic}(i)$$

$$\text{auto\_max}(i) = \text{SOH}(i) \cdot \text{auto\_inic}(i).$$

45 De forma paralela, en la segunda rama del algoritmo, en la etapa 30, para un recorrido dado, el autómata 4 lee (etapa 32) el parámetro  $\text{auto\_desead}(i)$  que representa la autonomía deseada para realizar el recorrido dado, y clasifica (etapa 34) los recorridos que hay que realizar en un orden decreciente de los parámetros  $\text{auto\_desead}(i)$ .

Para  $i = 1$  a  $n$ , en la etapa 40, el autómata 4 selecciona un número  $P$  de vehículos aun no utilizados capaces de realizar el recorrido dado.

En la etapa 42, el autómata 4 verifica el valor del número  $P$ .

5 Si  $P$  es nulo, esto significa que ningún vehículo es capaz de realizar dicho recorrido con la autonomía deseada. Entonces se elimina el recorrido con la autonomía deseada (etapa 44) y el autómata 4 indica que dicho recorrido no se puede realizar (etapa 46).

Si  $P$  no es nulo, esto significa que algunos vehículos pueden realizar dicho recorrido con la autonomía deseada.

Para cada vehículo  $V_j$  ( $j$  va desde 1 a  $P$ ) (etapa 50), el autómata 4 calcula la carga  $SOC\_nec\_opt(i)$  óptima mediante la siguiente fórmula:

10 
$$SOC\_nec\_opt(j) = 100 - 50 * (auto\_max(j) - auto\_desead(j)) / auto\_max(j).$$

A continuación se corrige la carga óptima después de la recarga para cada vehículo en función de su carga actual de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$SOC\_nec\_opt\_cor(j) = \max(SOC(j), SOC\_nec\_opt(j))$$

Y la carga al final del recorrido se calcula mediante la fórmula:

15 
$$SOC\_fin\_recorrido(j) = Soc\_nec\_opt\_cor(j) - 100 * auto\_desead\_decrec(j) / auto\_max(j).$$

El envejecimiento de un vehículo se calcula mediante la fórmula:

$$Envejecimiento = \int_{SOC_{fin}^{recorrido(i)}}^{SOC_{necoptcor}^{(i)}} PVi$$

siendo  $PVi$  el parámetro de envejecimiento instantáneo.

20 En la etapa 52, el autómata 4 selecciona el vehículo que tiene el envejecimiento más bajo para realizar el recorrido considerado e indica el vehículo seleccionado (etapa 54).

El posicionamiento en el tiempo de las recargas necesarias se describirá en referencia a la figura 7 que ilustra un algoritmo que describe las etapas necesarias para ello. Este algoritmo consta de una primera rama que consta de las etapas de definición de franjas temporales en función del coste de la energía, y de una segunda rama que consta de una etapa de búsqueda de los vehículos para realizar un recorrido dado.

25 En referencia a la figura 7, en la primera rama, el autómata 4 lee una curva que indica la evolución del coste del kWh en función del tiempo (etapa 60).

En la etapa 62, el autómata 4 divide la curva leída en  $F$  franjas horarias  $T_i$  de duración  $d_i$  como se ilustra en la figura 5.

30 En la etapa 64, el autómata 4 clasifica las franjas definidas por coste creciente, es decir desde la franja horaria menos cara a la franja horaria más cara.

De forma paralela, en la segunda rama del algoritmo, en la etapa 70, el autómata 4 determina  $M$  vehículos que precisan una recarga partiendo de un nivel de carga  $Soc(i)$  y una recarga necesaria  $SOC\_nec\_opt\_cor(i)$ .

En la etapa 72, el autómata 4 construye una tabla de los estados de recarga de los  $M$  vehículos en las  $F$  franjas horarias.

35 En la etapa 74, el autómata 4 realiza una interpolación lineal para obtener el tiempo de carga de los  $M$  vehículos en las  $F$  franjas horarias para obtener  $SOC\_nec\_opt\_cor$ .

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de optimización de la energía de recarga y de vida útil de las baterías de una flota de (n) vehículos (Vi (i = 1 a n)) eléctricos, pudiendo cada uno de dichos vehículos utilizarse para realizar un recorrido de una distancia predefinida entre una pluralidad de recorridos diferentes, presentando la batería de cada vehículo una autonomía (auto\_inic(i)) inicial, una autonomía (auto\_max(i)) máxima, una autonomía (auto\_act(i)) residual antes de cada recorrido, un estado (SOC(i)) de carga y un estado (SOH(i)) de salud que puede cambiar a lo largo del tiempo, procedimiento **caracterizado por** las siguientes etapas:

para cada recorrido y para cada vehículo,

- definir (32) una autonomía deseada (auto\_desead(i));
- clasificar (34) los recorridos a realizar en un orden decreciente de las autonomías deseadas;
- calcular (24) la autonomía residual y la autonomía máxima de cada vehículo antes de cada recorrido; y

para realizar un recorrido dado:

calcular (50), para cada vehículo (Vi) disponible para realizar un recorrido dado una carga (SOC\_nec\_opt(i)) óptima igual a la cantidad de energía estrictamente necesaria para garantizar el recorrido dado en función de la autonomía deseada y de la autonomía máxima; y

- calcular (50) un indicador representativo del envejecimiento de la batería en función de dicha carga óptima y de la carga residual al final del recorrido;
- seleccionar (52) un vehículo con el indicador de envejecimiento más bajo para realizar dicho recorrido dado.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la carga óptima (SOC\_nec\_opt(i)) se calcula la siguiente fórmula:

$$SOC\_nec\_opt(i) = 100 - 50 * (auto\_max(i) - auto\_desead(i)) / auto\_max(i).$$

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 en el que la carga óptima se corrige para cada vehículo en función de su carga actual de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$SOC\_nec\_opt\_cor(i) = \max(SOC(i), SOC\_nec\_opt(i)).$$

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3 en el que el indicador de envejecimiento se calcula en función de un parámetro (PVi) que representa el envejecimiento instantáneo del vehículo en un estado de carga dado mediante la fórmula:

$$Envejecimiento = \int_{SOC_{fin}/recorrido(i)}^{SOC_{necoptcor}(i)} PVi$$

siendo  $SOC_{fin}/recorrido(i) = SOC\_nec\_opt\_cor(i) - 100 * auto\_desead(i) / auto\_max(i)$ .

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la autonomía residual de cada vehículo se calcula mediante la fórmula:

$$auto\_act(i) = SOC(i) * SOH(i) * auto\_inic(i)$$

y la autonomía máxima de cada vehículo se calcula mediante la fórmula:

$$auto\_max(i) = SOH(i) * auto\_inic(i).$$

6. Dispositivo de optimización de la energía de recarga y del periodo de vida útil de las baterías de una flota de (n) vehículos (Vi (i = 1 a n)) eléctricos, pudiendo cada uno de dichos vehículos utilizarse para realizar un recorrido de una distancia predefinida entre una multitud de recorridos diferentes, y presentando la batería de cada vehículo (Vi) una autonomía (auto\_inic(i)) inicial, una autonomía máxima, una autonomía residual antes de cada recorrido, una capacidad (SOC(i)) de carga y un estado (SOH(i)) de salud que puede cambiar a lo largo del tiempo, dispositivo **caracterizado por**:

- un módulo (4) que consta de un software adaptado para definir una autonomía deseada (auto\_desead(i)) para cada recorrido y para cada vehículo, clasificar los recorridos a realizar en un orden decreciente de las autonomías deseadas, calcular la autonomía residual y la autonomía máxima de cada vehículo antes de cada recorrido, calcular, para cada vehículo disponible para realizar un recorrido dado, una carga (SOC\_nec\_opt(i)) óptima igual a la cantidad de energía estrictamente necesaria para garantizar el recorrido dado en función de la autonomía deseada (auto\_desead(i)) y de la autonomía máxima, calcular un indicador representativo del envejecimiento de la batería en función de la carga (SOC\_nec\_opt(i)) óptima y de la carga residual al final del

recorrido, y para seleccionar un vehículo con el indicador de envejecimiento más bajo para realizar dicho recorrido dado.

7. Programa de ordenador grabado en un soporte y que consta de unas instrucciones para realizar las etapas del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 cuando se ejecuta en un ordenador.

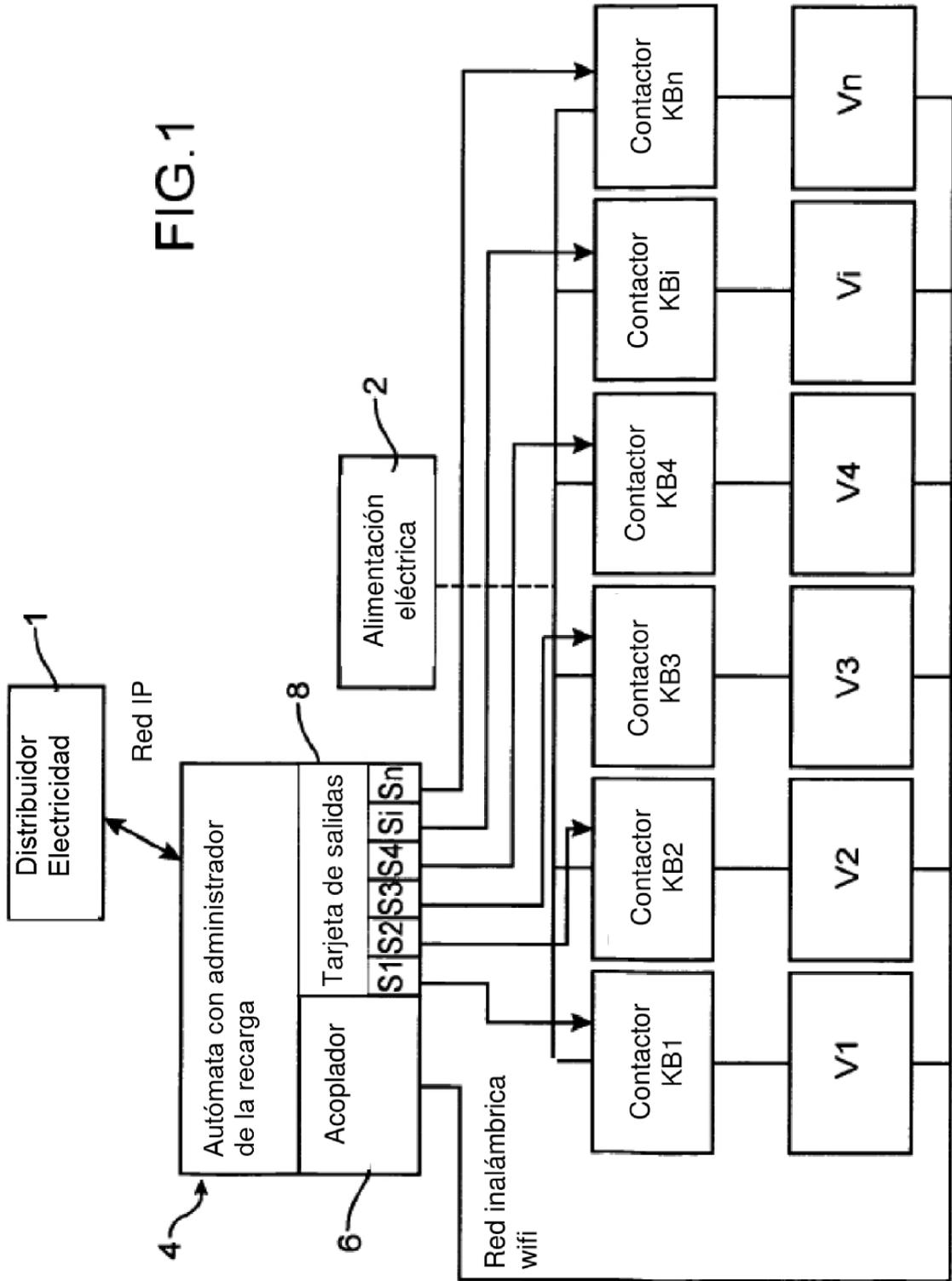


FIG.1

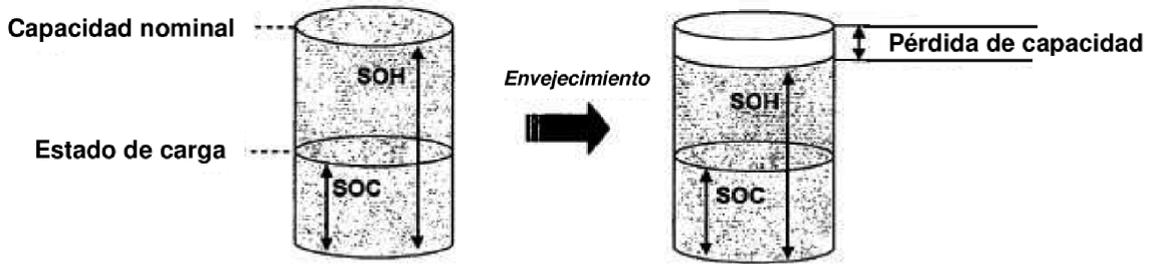


FIG.2

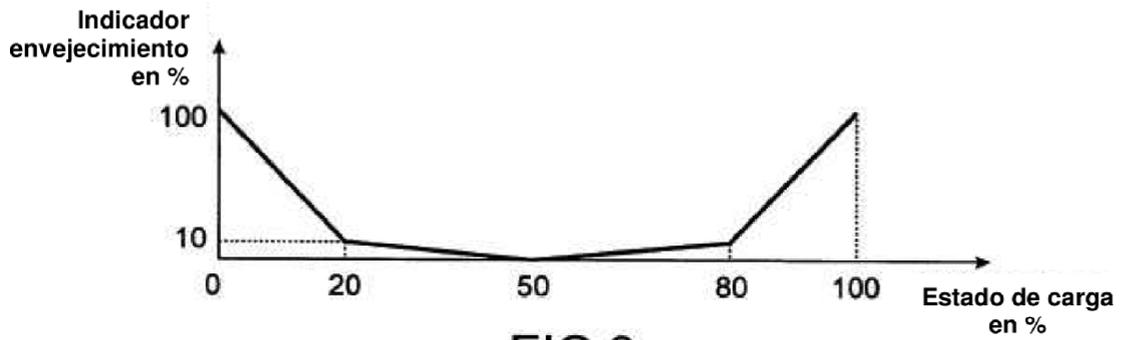


FIG.3

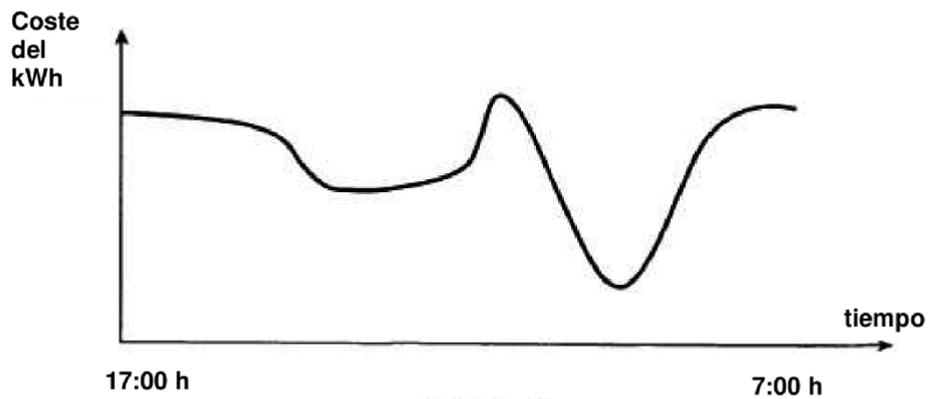
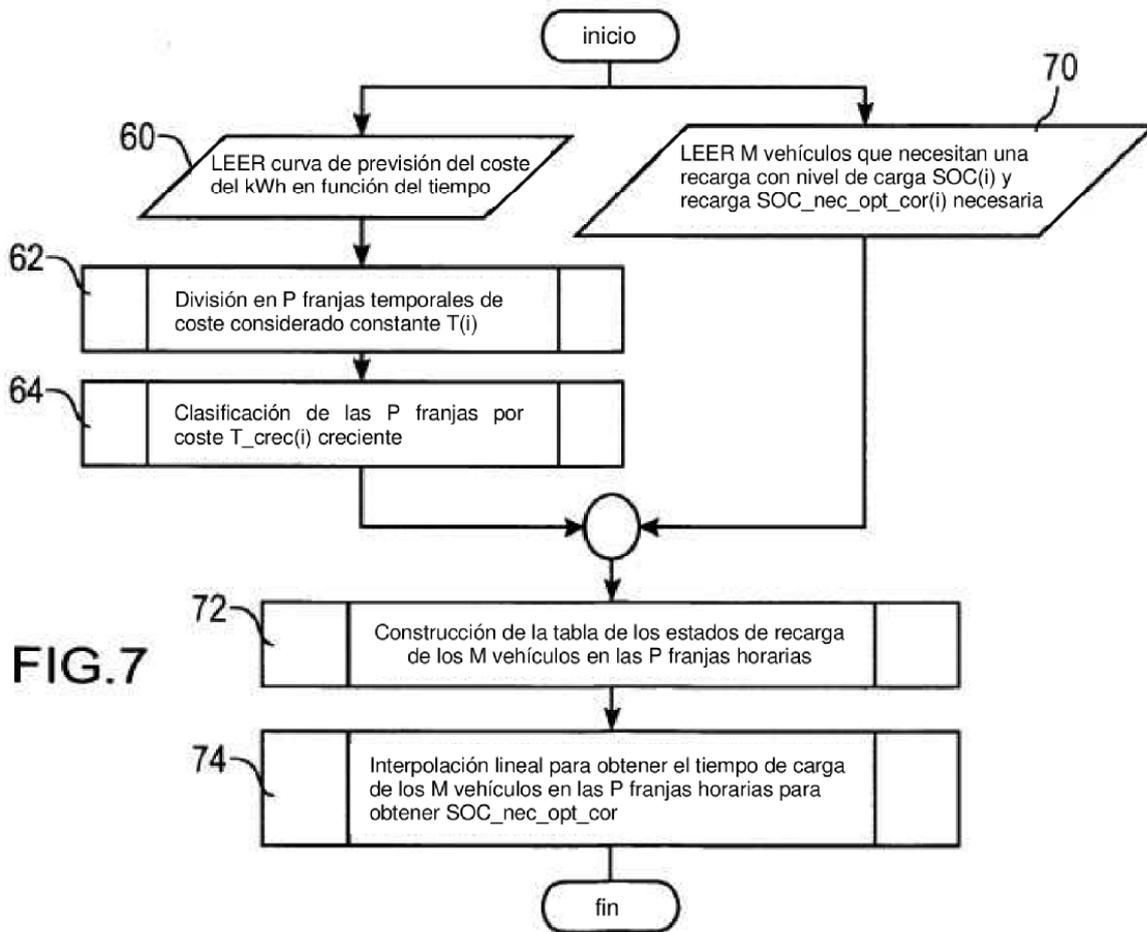
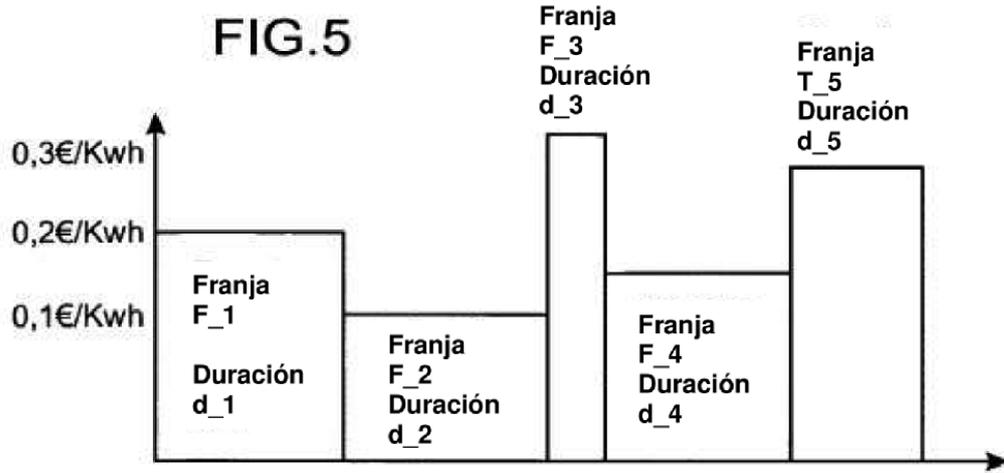


FIG.4



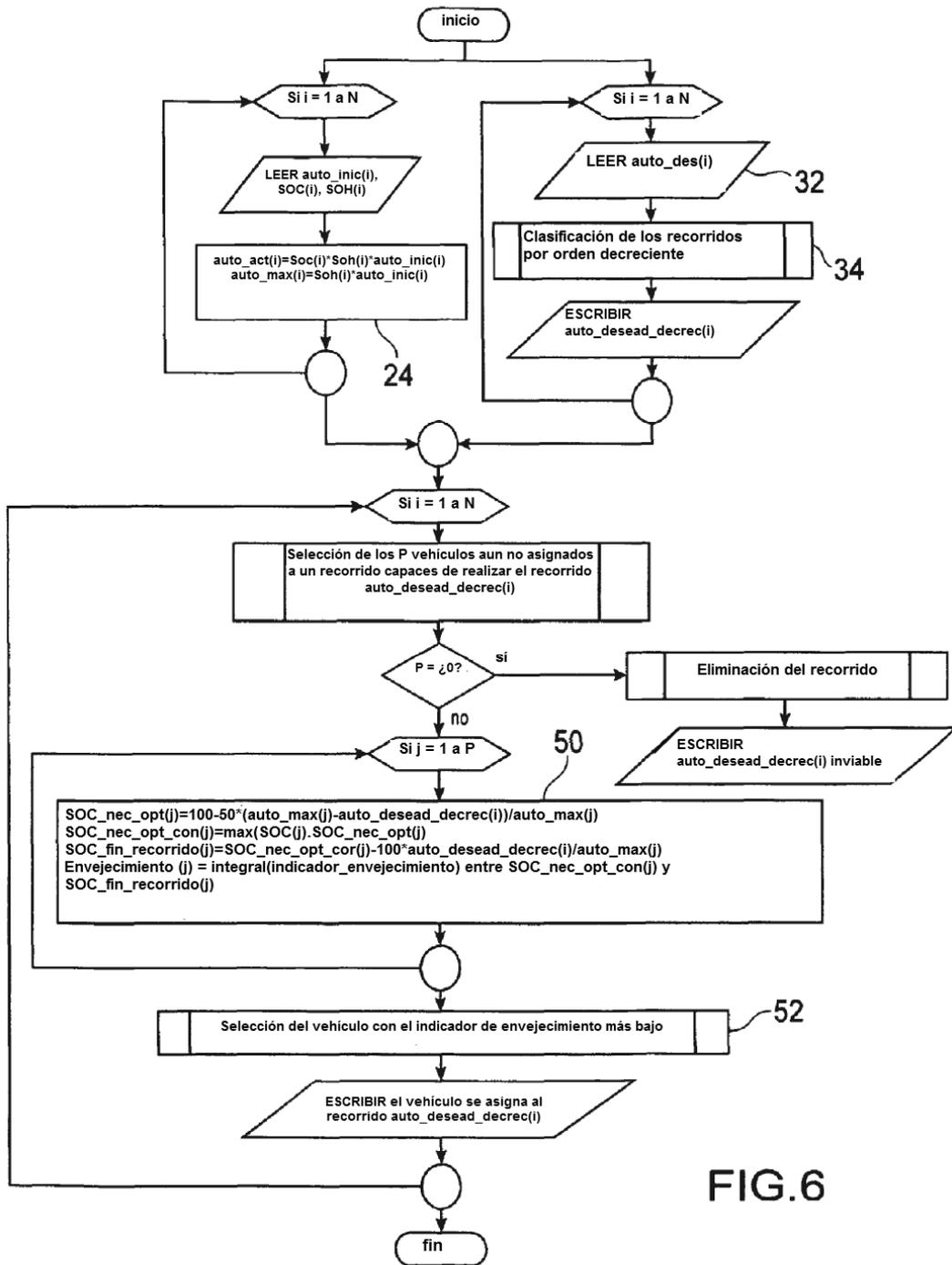


FIG.6