

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 445**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2012 E 12767030 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2753491**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de recarga optimizada de una batería eléctrica**

30 Prioridad:

07.09.2011 FR 1157959

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

04.02.2016

73 Titular/es:

ELECTRICITÉ DE FRANCE (50.0%)

22-30 Avenue de Wagram

75008 Paris, FR y

ELECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE

(50.0%)

72 Inventor/es:

ROUSSELLE, MÉLAINE y

ALBERDI, GAIZKA

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 558 445 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 y dispositivo de recarga optimizada de una batería eléctrica

5 Sector de la técnica

La invención se refiere al campo de la gestión de la recarga de baterías eléctricas, y principalmente a la recarga de baterías eléctricas de vehículos eléctricos.

10 Estado de la técnica

Existe actualmente una multitud de sistemas eléctricos que disponen de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, constituidos principalmente por una o varias baterías eléctricas y su sistema de recarga asociado, que puede conectarse así a una red eléctrica con el fin de ser recargada eléctricamente.

15 Entre estos sistemas eléctricos, se pueden citar principalmente los vehículos eléctricos que disponen de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica que se puede conectar en unos bornes de alimentación eléctrica con la ayuda de una toma de recarga. Los bornes de alimentación eléctrica están cada uno conectados a la red de distribución eléctrica.

20 Habitualmente, la recarga de la batería eléctrica de dichos sistemas eléctricos se inicia desde la conexión de esta batería eléctrica a la red de distribución eléctrica y se termina durante la desconexión de esta batería eléctrica de la red de distribución eléctrica.

25 De ese modo, en lo que se refiere al caso particular de los vehículos eléctricos, esta recarga se inicia desde la conexión de la toma de recarga del vehículo eléctrico en los bornes de alimentación eléctrica y continúa en tanto que el vehículo eléctrico no se desconecte, es decir hasta el momento en el que el usuario del vehículo desea retomar su vehículo mientras que la batería no está llena.

30 Sin embargo, este tipo de recarga no es óptimo, porque esta recarga no tiene en ningún caso en cuenta unas limitaciones ligadas a la red eléctrica, a la batería eléctrica a recargar o al usuario del sistema eléctrico a recargar.

35 Por un lado, las limitaciones de la red eléctrica a la que se conectan los bornes de alimentación eléctrica pueden traducirse principalmente en una curva de carga de un transformador o de un punto de suministro, que no es uniforme en el tiempo. Por ejemplo, un transformador está bajo limitaciones cuando su carga sobrepasa su potencia nominal.

40 En efecto, cuanto más elevado sea el nivel de carga del transformador, y más se caliente este transformador, más se acelera su envejecimiento. Además, grandes variaciones de carga pueden inducir unas dilataciones y unas limitaciones mecánicas bastante brutales. Al final, este transformador puede convertirse en más ruidoso por incremento de las holguras.

45 En lo que se refiere a la batería eléctrica a recargar, esta última puede presentar unos niveles de carga muy variados durante su conexión a unos bornes de alimentación eléctrica, lo que condiciona la cantidad de energía eléctrica necesaria a obtener de los bornes de alimentación eléctrica, y por tanto la duración de la recarga necesaria para llegar a una recarga completa.

50 Finalmente, en lo que se refiere a las limitaciones del usuario del sistema eléctrico a recargar, este último conecta y desconecta el sistema en unos instantes muy variables, dependientes de su uso del tiempo. De ese modo, cuando el sistema eléctrico es un vehículo eléctrico, el conductor de este vehículo lo aparca y retoma su vehículo en unos instantes que dependen de su uso del tiempo, lo que condiciona el tiempo de carga disponible desde los bornes de alimentación eléctrica.

55 Objeto de la invención

La presente invención tiene por objetivo solucionar los inconvenientes antes mencionados, proponiendo un procedimiento de recarga optimizado que permita tener en cuenta tanto las limitaciones ligadas a la red eléctrica como las ligadas al usuario del sistema eléctrico a recargar, así como unas limitaciones ligadas a la batería eléctrica a recargar, y que permite una mejor conservación de los dispositivos de recarga de la red eléctrica.

60 Propone con este fin un procedimiento de recarga optimizado tal como se define en la reivindicación 1.

La presente invención propone además un programa de ordenador tal como se define en la reivindicación 11.

65 La presente invención propone igualmente un dispositivo de recarga optimizada y un sistema de recarga optimizada tal como se definen en las reivindicaciones 12 y 13. Se definen unos modos de realizaciones particulares en las

reivindicaciones dependientes.

Descripción de las figuras

- 5 Surgirán otras características y ventajas de la invención con el examen de la descripción detallada a continuación, y de los dibujos adjuntos en los que:
- la figura 1 ilustra un sistema de recarga optimizada de vehículos eléctricos según la presente invención;
 - la figura 2 ilustra las etapas de un procedimiento de recarga optimizada de un vehículo eléctrico según la presente invención;
 - 10 - la figura 3 ilustra un modo de realización de una etapa de verificación previa del procedimiento de recarga optimizada según la presente invención;
 - la figura 4 ilustra un modo de realización de las etapas de determinación de intervalos de tiempos de carga y de recarga del procedimiento de recarga eléctrica según la presente invención; y
 - 15 - la figura 5 representa un gráfico que ilustra el efecto positivo obtenido empleando el procedimiento de recarga eléctrica según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

20 Se hace referencia inicialmente a la **figura 1** en la que se ilustra un sistema de recarga optimizada de la batería eléctrica del sistema eléctrico según la presente invención.

Este sistema de recarga optimizada, designado por S_E en la figura 1, comprende al menos un dispositivo de recarga eléctrica T_E , adecuado para conectarse al sistema de recarga de la batería eléctrica BAT de uno o varios sistemas eléctricos V_E con el fin de recargarla eléctricamente.

Se representan en esta figura 1, a título puramente ilustrativo, un único dispositivo de recarga eléctrica T_E y un único sistema eléctrico V_E , pero el sistema de recarga optimizada S_E puede comprender un número cualquiera de dispositivos de recarga eléctrica con el fin de poder recargar eléctricamente un número cualquiera de sistemas eléctricos.

Este dispositivo de recarga eléctrica T_E está a su vez conectado a una red de alimentación eléctrica E_{RED} con el fin de obtener la energía eléctrica necesaria para esta recarga y puede consistir en un transformador eléctrico, por ejemplo. Este dispositivo T_E dispone así de uno o varios puntos de conexión p_1, \dots, p_i adecuado(s) para conectarse a la batería eléctrica BAT de un sistema eléctrico para proceder a su recarga por medio de la energía eléctrica suministrada por la red de alimentación eléctrica E_{RED} .

El sistema eléctrico V_E comprende una, o también varias, batería eléctrica BAT asociada a un sistema de carga de esta batería. Este sistema eléctrico V_E se utiliza por un usuario U que conecta, y desconecta, el sistema de carga de esta batería eléctrica BAT al dispositivo de recarga eléctrica T_E en función de su uso del tiempo.

En la figura 1, a título puramente ilustrativo, el sistema eléctrico V_E se representa como el de un vehículo eléctrico, encontrando la presente solicitud una aplicación particularmente ventajosa en este tipo particular de sistema eléctrico. En este ejemplo ilustrativo, el vehículo eléctrico V_E es conducido por un usuario U que conecta y desconecta el sistema de recarga de la batería eléctrica BAT al dispositivo de recarga eléctrica T_E en función de su uso del tiempo. Un vehículo eléctrico de ese tipo puede ser un automóvil, un velomotor, o cualquier otro equipo que disponga de una batería eléctrica que pueda ser recargada desde la red eléctrica.

De ese modo, durante la optimización de la recarga del sistema eléctrico V_E , se aplican diferentes limitaciones al sistema de recarga optimizada descrito en la figura 1:

- las limitaciones ligadas a la red de recarga eléctrica, tal como la curva de carga asociada al dispositivo de recarga eléctrica T_E ;
- las limitaciones ligadas a la batería eléctrica a recargar, tales como el perfil de carga de la batería eléctrica BAT, o la energía eléctrica aún almacenada en esta batería cuando el usuario U conecta esta batería BAT al dispositivo de recarga eléctrica T_E ; y
- las limitaciones ligadas al usuario U en sí, principalmente a su uso del tiempo, que influyen los instantes de conexión y desconexión del sistema eléctrico en el dispositivo de recarga eléctrica T_E , y por tanto la duración disponible para recarga de la batería BAT.

En la presente invención, la batería eléctrica BAT del sistema eléctrico V_E se recarga de ese modo durante al menos un intervalo de tiempo de carga $\Delta T_{car}(i)$ que pertenece a un período de tiempo de carga disponible T_d , que se inicia por la conexión del sistema de recarga de esta batería eléctrica BAT al dispositivo de recarga eléctrica T_E , lo que permite optimizar la recarga de esta batería en función de ciertas limitaciones ligadas al usuario en materia de uso del tiempo.

Por otro lado, el intervalo de tiempo de carga $\Delta T_{car(i)}$ se determina en función de una curva de carga TLC asociada al dispositivo de recarga eléctrica T_E , lo que permite igualmente optimizar la recarga de la batería eléctrica BAT en función de limitaciones ligadas al dispositivo de recarga eléctrica T_E , y por tanto al sistema de recarga optimizada S_E .

5 Una curva de carga TLC de ese tipo se puede estimar en un momento dado, por ejemplo en base a una variación esperada de carga, o actualizarse en el curso de la carga, de manera que se asegure una optimización continua de la carga con relación al estado instantáneo del dispositivo de recarga eléctrica T_E . Por un lado, a título ilustrativo, la estimación de la curva de carga TLC se puede efectuar en base a modelos predefinidos de curva de carga o a modelos de curva de carga calculados a partir de un histórico de cargas detectadas en el dispositivo de recarga eléctrica T_E . Por otro lado, la actualización de la curva de carga TLC puede realizarse en particular gracias al muestreo en tiempo real de la carga del dispositivo de carga eléctrica T_E . Una actualización de ese tipo es particularmente interesante en el caso en el que se conectan y se recargan al mismo tiempo un gran número de baterías, lo que puede inducir a unas variaciones importantes de la curva de carga TLC.

10 Se hace referencia ahora a la **figura 2**, en la que se ilustran las etapas del procedimiento de recarga optimizada de la batería eléctrica del sistema eléctrico según la presente invención.

Este procedimiento se refiere a la recarga eléctrica optimizada de la batería eléctrica de uno o varios sistemas eléctricos V_E mediante un dispositivo de recarga eléctrica T_E , comprendiendo el sistema eléctrico V_E una batería eléctrica BAT asociada a un sistema de recarga que se puede conectar a este dispositivo de recarga eléctrica T_E con el fin de proceder a esta recarga. A continuación, se describe a título ilustrativo la recarga optimizada de un único sistema eléctrico V_E , pero el procedimiento se puede aplicar a la recarga de un número cualquiera de sistemas eléctricos.

20 Este procedimiento puede comprender inicialmente la determinación (etapa 100) de un período de tiempo de carga disponible T_d , efectuado para tener en cuenta unas limitaciones del usuario, en particular en términos de uso del tiempo, lo que influye en el tiempo disponible para proceder a la recarga de la batería eléctrica BAT.

De ese modo, el instante t_A de conexión del sistema de recarga de la batería eléctrica BAT al dispositivo de recarga eléctrica T_E permite determinar el inicio del período de tiempo de carga disponible T_d . En otros términos, este instante t_A de conexión de la batería eléctrica inicia el período de tiempo de carga disponible T_d .

30 Para determinar el instante t_D que corresponde al final del período de tiempo de carga disponible T_d , es ventajoso solicitar al usuario indicar la hora a la que prevé desconectar el sistema eléctrico V_E (por ejemplo la hora a la que prevé volver a tomar su vehículo eléctrico), por ejemplo su hora de salida por la mañana antes de salir hacia el trabajo. El usuario U puede suministrar así una indicación relativa a este instante t_D de final de la recarga, por ejemplo a través de una interfaz web específicamente dedicada a este fin en un teléfono inteligente o en un tablero de a bordo del vehículo eléctrico empleado.

40 Una vez determinado este período de tiempo de carga disponible T_d , es ventajoso verificar previamente (etapa 200) que el período de tiempo de carga disponible T_d es suficiente, con el fin de no comprometer el proceso de recarga optimizada más que cuando es este el caso. En caso contrario, se puede implementar un proceso de recarga eléctrica clásico (etapa 250) durante toda la duración del período de tiempo de carga disponible T_d , como se explicará posteriormente.

45 La **figura 3** ilustra un modo de realización de una etapa 200 de verificación previa de ese tipo.

En este modo de realización, se calcula inicialmente (etapa 210) una duración de carga parcial T_x , que corresponde al nivel de energía eléctrica residual E_{in} contenida en la batería eléctrica BAT durante su conexión al dispositivo de recarga T_E . En otros términos, esta duración de carga parcial T_x corresponde al tiempo necesario para cargar la batería eléctrica BAT, a partir de un estado en el que está vacía de energía (es decir partiendo del estado de carga SoC nulo), hasta el nivel de energía eléctrica residual E_{in} .

55 En el caso particular en el que la información disponible en el momento de la conexión consiste en un estado de carga SoC_0 de la batería BAT, este nivel de energía eléctrica residual E_{in} se calcula previamente por medio de la ecuación (1) siguiente:

$$(1) \quad E_{in} = E_{aprov} \cdot SoC_0$$

60 en la que:

- E_{aprov} es la capacidad aprovechable de esta batería BAT; y
- SoC_0 es el estado de carga de la batería BAT en el momento de su conexión al dispositivo de recarga T_E (es decir en el instante t_A ilustrado en la figura 4).

65 Se determina entonces la duración de la carga parcial T_x gracias a la ecuación (2) siguiente:

$$(2) \quad E_{in} = \eta_{BAT} \cdot \eta_{cargr} \int_0^{T_x} PFL(t) dt ,$$

en la que:

- 5
- η_{BAT} es el parámetro de la eficacia de la batería eléctrica BAT, comprendido entre 0 y 100 %;
 - η_{cargr} es el parámetro de eficacia del cargador de esta batería BAT, comprendido igualmente entre 0 y 100 %; y
 - PFL(t) es el perfil de la carga de la batería eléctrica BAT extraída de la red de alimentación eléctrica.
- La duración de carga completa Tcomp, correspondiente al tiempo necesario para la carga completa de la batería eléctrica BAT a partir de un estado en el que está vacía de energía (es decir partiendo del estado de carga SoC nula), se determina a continuación (etapa 220) en función del perfil PFL(t) de carga de la batería eléctrica BAT.

En particular, esta duración de carga Tcomp se calcula gracias a la ecuación (3) siguiente:

$$(3) \quad E_{max} = \eta_{BAT} \cdot \eta_{cargr} \int_0^{T_{comp}} PFL(t) dt ,$$

en la que Emax es el nivel de energía eléctrica alcanzado al final de esta carga completa, que corresponde típicamente al nivel de energía de carga máxima de la batería eléctrica BAT. La presente invención no se limita sin embargo a este único caso, y puede aplicarse también al caso en el que Emax es un nivel de energía eléctrica correspondiente a un cierto nivel de energía de carga deseado, diferente del nivel máximo de carga de la batería eléctrica BAT.

Las etapas 210 de determinación de la duración de carga parcial Tx y 220 de determinación de la duración de carga completa Tcomp no se realizan necesariamente en el orden indicado anteriormente, sino que pueden realizarse igualmente en el orden inverso, es decir con una determinación de la duración de la carga completa Tcomp previa a la determinación de la duración de la carga parcial Tx.

Una vez determinadas las duraciones Tx y Tcomp, se puede determinar (etapa 230) la duración T100 de carga necesaria para una carga completa de la batería BAT que contiene la energía residual Ein por medio de la ecuación siguiente:

$$(4) \quad T_{100} = T_{comp} - T_x$$

Esta duración T100 puede compararse entonces (etapa 240) con la duración del período de tiempo de carga disponible Td, con el fin de determinar si se dispone de suficiente tiempo para efectuar una recarga completa.

Si esta duración T100 es inferior a la duración del período de tiempo de carga disponible Td, entonces es posible instalar ventajosamente el procedimiento de recarga optimizada según la presente invención. Si, por el contrario, esta duración T100 es superior a la duración del período de tiempo de carga disponible Td, entonces no es posible una recarga completa y optimizada de la batería eléctrica BAT.

En este último caso, se puede proceder a una recarga eléctrica tradicional en el curso de la que se aplica el perfil de carga PFL(t), truncado por la duración Tx, durante todo el período de tiempo de carga disponible Td, es decir en el que el plan de carga durante este periodo Td se basa en una potencia de carga correspondiente a P(t) = PFL(Tx + t).

Para volver al procedimiento de recarga optimizada ilustrado en la figura 2, después de haber verificado eventualmente que la duración T100 es claramente inferior al período de tiempo de carga disponible Td, se determinan entonces (etapa 300) uno o varios intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$ (en las que K es un entero superior o igual a uno), que pertenecen al periodo de tiempo de carga disponible Td iniciado por la conexión del sistema de recarga de la batería eléctrica al dispositivo de recarga eléctrica, en función de la curva de carga TLC asociada al dispositivo de recarga eléctrica TE.

Se recarga entonces la batería eléctrica BAT (etapa 400) durante el (los) intervalo(s) de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$, con el fin de proceder a la recarga optimizada de esta batería eléctrica BAT. Esta recarga se efectúa según el perfil de carga de la batería durante el (los) intervalo(s) de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$. Este perfil de carga se divide así en diferentes períodos situados en los momentos más adecuados del período Td con relación a las limitaciones antes mencionadas.

Se hace referencia ahora a la **figura 4** que ilustra un modo de realización tanto de la etapa 300 de determinación como de la etapa 400 de recarga de la batería eléctrica BAT según la presente invención.

En particular, la etapa de determinación comprende ventajosamente, por un lado, el muestreo (etapa 310) de la

curva de carga TLC asociada al dispositivo de recarga eléctrica T_E , en el período de tiempo de carga disponible T_d , con el fin de obtener un conjunto $\{TLC(i)\}_{1 \leq i \leq n}$ de valores de potencia de la curva de carga TLC(1) a TLC(n) asociados cada uno a unos intervalos de tiempo $\Delta T(1)$ a $\Delta T(n)$ consecutivos en el período de tiempo de carga disponible T_d .

- 5 Este muestreo se realiza ventajosamente con un paso de tiempo predeterminado que corresponde a una duración del intervalo de tiempo de recarga ΔT , asociándose entonces un valor de la potencia de la curva de carga TLC(i) al índice de tiempos i que designa el i -ésimo intervalo de tiempo $\Delta T(i)$ comprendido en el periodo de tiempo de carga disponible T_d .
- 10 De ese modo, como resultado de esta fase de muestreo, se asocian unos valores de potencia de curva de carga TLC(1),..., TLC(i),..., TLC(n) respectivamente a una sucesión de intervalos de tiempo $\Delta T(1), \dots, \Delta T(i), \dots, \Delta T(n)$ consecutivos, a su vez designados por una sucesión de índices de tiempo $1, \dots, i, \dots, n$ que respetan la relación $\Delta T(i) = i \cdot \Delta T$.
- 15 El muestreo de la curva de carga TLC permite trabajar en tiempo discreto, principalmente durante la clasificación de los índices asociados a los valores de potencia de curva de carga, lo que es más fácilmente realizable particularmente con unos medios informáticos.

Una vez muestreada la curva de carga TLC, se clasifican los valores de potencia de la curva de carga TLC(1) a TLC(n) por orden creciente con el fin de obtener un conjunto $\{TTC(i)\}_{1 \leq i \leq n}$ de valores de potencia de curva de carga clasificados asociados respectivamente a uno de dichos intervalos de tiempo $\Delta T(1)$ a $\Delta T(n)$.

De ese modo, si se obtienen los valores siguientes, puramente a título de ejemplo, en el muestreo de la curva de carga en todas las horas entre la 1 y las 7 horas de la mañana:

- 25
- TLC(1) = 75 kW
 - TLC(2) = 80 kW
 - TLC(3) = 70 kW
 - TLC(4) = 65 kW
 - 30 TLC(5) = 65 kW
 - TLC(6) = 60 kW
 - TLC(7) = 70 kW

Entonces, se obtienen los siguientes valores de potencia de la curva de carga clasificados:

- 35
- TTC(1) = TLC(6) = 60 kW;
 - TTC(2) = TLC(4) = 65 kW;
 - TTC(3) = TLC(5) = 65 kW;
 - TTC(4) = TLC(3) = 70 kW;
 - 40 TTC(5) = TLC(7) = 70 kW;
 - TTC(6) = TLC(1) = 75 kW; y
 - TTC(7) = TLC(2) = 80 kW.

45 En esta clasificación, cuando son idénticos varios valores de potencia de curva de carga TLC(i), se les puede clasificar por ejemplo según su orden cronológico, lo que se ha ilustrado anteriormente con los valores TLC(4) y TLC(5) que dan respectivamente los valores de potencia de curva de carga clasificados TTC(2) y TTC(3).

50 La batería eléctrica BAT se recarga a continuación (etapa 400) durante al menos un intervalo de tiempo de carga $\Delta T_{car}(i)$ que corresponde al intervalo de tiempo $\Delta T(i)$ asociado al primer valor de potencia de curva de carga clasificado TTC(1).

La recarga eléctrica del vehículo V_E durante este intervalo de tiempo de carga $\Delta T_{car}(i)$ impacta por tanto la curva de carga TLC en uno de sus mínimos durante el período T_d , y evita de ese modo incrementar unos valores elevados de carga que engendran demasiados efectos nefastos con relación al dispositivo de recarga eléctrica T_E .

55 Si es necesario, se puede efectuar la recarga de la batería BAT durante varios intervalos de tiempos de carga $\Delta T_{car}(i)$ que corresponden a unos intervalos de tiempos $\Delta T(i)$ asociados a los primeros valores de potencia de curva de carga clasificados TTC(1), TTC(2), etc., con el fin de efectuar prioritariamente la recarga de la batería BAT durante unos períodos de reducida potencia de la curva de carga TLC del dispositivo de recarga eléctrica T_E . Este es el caso en particular cuando la recarga en un único intervalo de carga $\Delta T_{car}(i)$ no es suficiente para recargar completamente la batería eléctrica BAT.

60

De ese modo, en un modo de realización, la recarga de la batería BAT se efectúa durante K intervalos de tiempos de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$ seleccionados para corresponder a los períodos de potencia más reducida de la curva de carga TLC del dispositivo de recarga eléctrica T_E .

65

Este número K es un número entero que depende ventajosamente del nivel de energía eléctrica residual E_{in} contenido en la batería eléctrica durante la conexión de esta batería eléctrica al dispositivo de recarga eléctrica, con el fin de permitir la recarga completa de la batería eléctrica BAT.

5 En particular, este número K se puede determinar a partir de este nivel de energía eléctrica E_{in} residual, así como del perfil de carga PFL(t) de esta batería eléctrica, de la manera siguiente:

- 10 - se determina la duración T_{100} necesaria para la recarga completa de la batería eléctrica, a partir del nivel de energía eléctrica E_{in} residual y del perfil de carga PFL(t) de la batería eléctrica, de modo similar a lo que se ha descrito anteriormente para el aspecto de la verificación previa del período de tiempo de carga disponible;
- se procede a la división de esta duración T_{100} por la duración ΔT de un paso de muestreo (por ejemplo 15 minutos), pudiendo elegirse el número K como un número entero cuyo valor es estrictamente superior al cociente de esta división, ventajosamente el número entero que corresponde al primer valor entero superior a este cociente con el fin de limitar la duración de recarga a lo que es necesario para alcanzar una recarga completa de la batería.

Una vez determinado el número K, se seleccionan los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$ (etapa 330), entre el conjunto de los intervalos de tiempo $\Delta T(1)$ a $\Delta T(n)$, para corresponder a los intervalos de tiempo asociados a los primeros valores de potencia de la curva de carga TTC(1) a TTC(K) clasificados por orden creciente. Los $\Delta T_{car}(i)$ son así seleccionados de manera que estén en orden cronológico.

De ese modo, para retomar el ejemplo precedente, para un número $K=3$, los cuarto, quinto y sexto intervalos de tiempo $\Delta T(4)$, $\Delta T(5)$ y $\Delta T(6)$, asociados respectivamente a los valores de potencia de curva de carga TLC(4), TLC(5) y TLC(6), se seleccionarán como unos intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(3)$ durante los que está activa la recarga de la batería eléctrica.

Para un número $K=4$, además de los intervalos de tiempo $\Delta T(4)$, $\Delta T(5)$ y $\Delta T(6)$ antes mencionados, se elige un cuarto intervalo de tiempo de carga $\Delta T_{car}(4)$ entre el tercero y séptimo intervalos de tiempo asociados a TLC(3) y TLC(7), en este caso $\Delta T(3)$ que corresponde al cuarto valor de potencia de la curva de carga clasificada TTC(4).

Una vez determinados los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$, se procede entonces a la recarga de la batería eléctrica BAT durante estos intervalos de tiempo de carga (etapa 400).

35 En el modo de realización ilustrado en la figura 3, esta fase 400 de recarga comprende, para cada uno de los intervalos de tiempo $\Delta T(1)$ a $\Delta T(n)$ consecutivos, la verificación de la correspondencia entre el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ en cuestión y uno de los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$ (subetapa 410).

40 Si el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ es claramente uno de los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$, entonces la recarga de la batería eléctrica se activa (subetapa 420) durante el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$.

45 Por el contrario, si el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ no corresponde a uno de los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$, entonces la recarga de la batería eléctrica se inhibe (subetapa 430) durante el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$. En otros términos, no tiene lugar ninguna recarga fuera de los K intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$.

Esta operación se repite sucesivamente durante cada uno de los intervalos de tiempo $\Delta T(j)$ del período de tiempo de carga disponible T_d , como se ha representado por el bucle de incremento del índice j (subetapas 441 y 443).

50 De ese modo, en este primer modo de realización, la recarga de la batería eléctrica BAT se efectúa únicamente durante un cierto número de intervalos de tiempo que corresponden a los valores mínimos de la curva de carga del dispositivo de recarga eléctrica T_E .

55 Este modo de realización está particularmente adaptado al caso de una recarga optimizada únicamente en el tiempo, con una orden de carga de tipo "todo o nada" que procede de los bornes de alimentación eléctrica, en el que es el sistema eléctrico V_E el que gestiona la recarga según su sistema de gestión de alimentación (BMS por Battery Management System en inglés) y aplica por tanto su perfil de carga entrecortado con pausas.

60 En un modo de realización ventajoso, se puede buscar evitar la activación de la recarga más allá de un valor de potencia límite P_{lim} (por ejemplo 80 kW) para el que los niveles de carga que sobrepasan este valor se consideran como desfavorables.

Este valor de potencia límite P_{lim} puede ser constante en el conjunto del período de carga disponible o presentar unas variaciones, en cuyo caso se asocia un valor de potencia límite $P_{lim}(i)$ a cada intervalo de tiempo $\Delta T(i)$, pudiendo ser diferentes entre sí los valores $P_{lim}(i)$.

65

En este modo de realización, para cada uno de los intervalos de tiempo $\Delta T(j)$ consecutivos, después de haber seleccionado los intervalos de tiempo $\Delta T(j)$ que corresponden a uno de los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$ determinados anteriormente, se procede a la comparación del valor de potencia límite $P_{lim}(i)$, asociado al intervalo de tiempo $\Delta T(j)$, con un valor provisional de carga incrementada, designado por $TLC+VE(j)$, que
 5 corresponde a la suma del valor de la carga $TLC(j)$ asociado al intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ y el valor de la potencia de carga extraída por el sistema de recarga de la batería eléctrica BAT.

La activación (subetapa 420) de la recarga de la batería eléctrica no tiene lugar entonces durante el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ salvo si el valor provisional de carga incrementada $TLC+VE(j)$ asociado a este intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ es inferior al valor de la potencia límite $P_{lim}(i)$, y si este intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ corresponde además a uno de los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$.
 10

Por el contrario, si el valor provisional de carga incrementada $TLC+VE(j)$ asociado a este intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ es superior o igual al valor de potencia límite $P_{lim}(i)$, entonces se inhibe la recarga de la batería eléctrica (subetapa 430) durante el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$, tanto si el intervalo de tiempo $\Delta T(j)$ corresponde, como si no, a uno de los intervalos de tiempo de carga $\Delta T_{car}(1)$ a $\Delta T_{car}(K)$.
 15

De ese modo, evitando recargar la batería eléctrica BAT en unas zonas de la curva de carga TLC superiores o iguales al valor de la potencia límite P_{lim} , este modo de realización preserva el dispositivo de recarga T_E , gracias a una eventual recarga incompleta de la batería eléctrica BAT.
 20

La **figura 5** es un gráfico que ilustra el efecto positivo obtenido por medio del procedimiento de recarga optimizada según la presente invención.

En este gráfico se ilustra, por un lado, la curva de carga TLC de un transformador eléctrico durante una jornada completa, así como la curva que representa la evolución temporal de la potencia límite P_{lim} más allá de la que esta curva de carga TLC induce unos efectos nocivos.
 25

El instante de llegada t_A del usuario a las 18 horas (es decir, el instante de conexión de un vehículo eléctrico V_E al transformador) y el instante de salida t_D del usuario hacia las 7 horas (es decir el instante de desconexión del vehículo eléctrico V_E de los bornes de alimentación) son idénticos, lo que permite definir un periodo de carga disponible T_d equivalente al intervalo $[t_A, t_D]$.
 30

En la parte baja de esta gráfica se ilustra, por otro lado, la curva CRM que representa temporalmente la alternancia de fases de activación y de inhibición de la carga obtenidas gracias al procedimiento de recarga optimizada según la presente invención.
 35

Se observa particularmente, en esta curva CRM, que la activación de la recarga optimizada tiene lugar en unos intervalos de tiempo de carga situados puntualmente hacia las 21 horas, 22 horas y 23 horas. Además, la activación de la recarga optimizada tiene lugar de manera casi permanente entre las 0 y las 7 horas, excepto en un periodo en los alrededores de la 1h30-2h de la madrugada. Fuera de estos intervalos de tiempo de carga, la recarga está inhibida.
 40

Finalmente, se ilustra la curva de carga resultante, designada por $TLC+VE$. Se observa claramente, en esta curva de carga resultante, que son principalmente las partes mínimas de la curva de carga TLC, situadas por debajo del valor de potencia límite P_{lim} , las que son destacadas para la recarga optimizada del vehículo V_E . Se aplanan así la curva de carga TLC gracias al procedimiento de la presente invención.
 45

En consecuencia, el incremento de la curva de carga inducida por la recarga del vehículo V_E se limita a unos valores de carga mínimos de la curva de carga TLC, lo que limita los efectos nocivos engendrados por el transformador eléctrico, contrariamente a lo que sería el caso si la recarga se activará de manera permanente durante el periodo $[t_A; t_D]$. Con la presente invención, el consumo eléctrico generado por la recarga se realiza únicamente durante los instantes favorables (es decir en los valores mínimos de TLC).
 50

Las diferentes etapas del procedimiento de recarga optimizada descrito anteriormente pueden implementarse principalmente mediante un programa, susceptible de ser ejecutado por una unidad de tratamiento del sistema de recarga optimizada, implementado por ejemplo en la forma de un ordenador o de un procesador de datos, incluyendo este programa unas instrucciones para controlar la ejecución de las etapas del procedimiento tal como se ha mencionado en el presente documento anteriormente.
 55

En particular, la unidad de tratamiento en cuestión puede situarse en el dispositivo de recarga optimizada T_E o en el sistema eléctrico V_E , con el fin de gestionar localmente la recarga de los vehículos eléctricos.
 60

La unidad de tratamiento en cuestión puede situarse también a distancia de este dispositivo de recarga optimizada T_E , en un sistema informático distante que pertenece al sistema de recarga optimizada S_E , con el fin de gestionar de
 65

manera centralizada esta recarga, lo que es apropiado en el caso de una flota de gran envergadura. En este último caso, se comunican unas consignas al dispositivo de recarga optimizada T_E o al sistema eléctrico V_E a través de diferentes redes de telecomunicación con el fin de gestionar la recarga optimizada.

5 Por su lado, el programa puede utilizar no importa qué lenguaje de programación, y estar bajo la forma de un código fuente, código objeto, o código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en una forma parcialmente compilada, o en no importa qué otra forma deseable.

10 La invención se dirige también a un soporte de informaciones legible por un ordenador o procesador de datos, y que incluye unas instrucciones de programa tal como se ha mencionado en el presente documento anteriormente. Este soporte de informaciones puede ser no importa qué entidad o dispositivo capaz de almacenar el programa. Por ejemplo, el soporte puede incluir un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM de circuito microelectrónico, o incluso un medio de grabación magnética, por ejemplo un disquete o un disco duro.

15 Por otro lado, el soporte de informaciones puede ser un soporte transmisible tal como una señal eléctrica, electromagnética u óptica, que puede ser encaminada a través de un cable eléctrico u óptico, por radio o por otros medios. El programa según la invención puede ser en particular descargado desde una red de tipo Internet. Alternativamente, el soporte de informaciones puede ser un circuito integrado en el que se incorpora el programa, estando adaptado el circuito para ejecutar o para ser utilizado en la ejecución del procedimiento en cuestión.

20 El procedimiento de recarga optimizada de la presente invención encuentra una aplicación particularmente interesante en el marco de la recarga de baterías eléctricas del tipo que no presentan efecto memoria, inconvenientes de cargas parciales o de contraindicación del constructor, pasando este tipo de batería de estado de activación de carga a un estado de inhibición de carga con un reducido retardo de transición, y no se recarga necesariamente al 100 %. De ese modo, la batería eléctrica BAT puede ser ventajosamente de tipo ion-litio.

30 Por supuesto, la invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos y representados en el presente documento anteriormente, a partir de los que se podrán prever otros medios y otras formas de realización, sin por ello salirse del marco de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

35 De ese modo, el sistema eléctrico se ha ilustrado anteriormente bajo la forma de un vehículo eléctrico. Sin embargo, el sistema eléctrico V_E puede tomar igualmente la forma de no importa qué sistema eléctrico que tenga unas capacidades de almacenamiento de energía eléctrica, por ejemplo un teléfono portátil que disponga de una batería eléctrica a recargar.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de recarga optimizada de la batería eléctrica (BAT) de al menos un sistema eléctrico (V_E) mediante un dispositivo de recarga eléctrica (T_E), en el que se recarga (400) la batería eléctrica (BAT) durante al menos un intervalo de tiempo de carga ($\Delta T_{car(i)}$), que pertenece a un período de tiempo de carga disponible (T_d) iniciado por la conexión del sistema de recarga de la batería eléctrica al dispositivo de recarga eléctrica, determinado (300) en función de una curva de carga (TLC) asociada a dicho dispositivo de recarga eléctrica, en el que la determinación (300) del intervalo de tiempo de carga ($\Delta T_{car(i)}$), comprende:
- 5 el muestreo (310) de la curva de carga (TLC) en el período de tiempo de carga disponible (T_d) con el fin de obtener un conjunto de valores de potencia de curva de carga ($\{TLC(i)\}_{1 \leq i \leq n}$) asociados a unos intervalos de tiempo ($\Delta T(i)$) consecutivos; y
 la clasificación (320), por orden creciente, de los valores de potencia de curva de carga ($\{TLC(i)\}_{1 \leq i \leq n}$) con el fin de obtener un conjunto de valores de potencia de curva de carga clasificados ($\{TTC(i)\}_{1 \leq i \leq n}$) asociados respectivamente a uno de dichos intervalos de tiempo;
 15 recargándose (400) la batería eléctrica (BAT) durante al menos un intervalo de tiempo de carga ($\Delta T_{car(i)}$) que corresponde a un intervalo de tiempo asociado al primer valor de potencia de curva de carga clasificada ($TTC(1)$).
2. Procedimiento de recarga optimizada según la reivindicación 1, en el que la batería eléctrica (BAT) se recarga durante K intervalos de tiempo de carga ($\{\Delta T_{car(i)}\}_{1 \leq i \leq K}$) seleccionados (330) entre los intervalos de tiempo ($\Delta T(i)$) asociados a los primeros valores de potencia de curva de carga clasificados, siendo K un número entero, superior o igual a uno, dependiente del nivel de energía eléctrica (E_{in}) contenido en la batería eléctrica durante la conexión del sistema de recarga de la batería eléctrica al dispositivo de recarga eléctrica.
- 25 3. Procedimiento de recarga optimizada según la reivindicación 2, en el que el número K se determina a partir del nivel de energía eléctrica (E_{in}) contenida en la batería eléctrica durante la conexión de la batería eléctrica al dispositivo de recarga eléctrica y del perfil de carga (PFL(t)) de dicha batería eléctrica.
- 30 4. Procedimiento de recarga optimizada según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la recarga (400) de la batería eléctrica (BAT) comprende, para cada uno de los intervalos de tiempo ($\Delta T(j)$) consecutivos:
- la activación (420) de la recarga de la batería eléctrica durante el intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) si dicho intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) es uno de los intervalos de tiempo de carga ($\Delta T_{car(j)}$); y
 35 la inhibición (430) de la recarga de la batería eléctrica durante el intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) si dicho intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) no es uno de los intervalos de tiempo de carga ($\Delta T_{car(j)}$).
5. Procedimiento de recarga optimizada según la reivindicación 4, en el que la recarga (400) de la batería eléctrica comprende además, para cada uno de los intervalos de tiempo ($\Delta T(j)$) consecutivos, la comparación del valor de carga (TLC(j)) asociado a dicho intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) con un valor de potencia límite ($P_{lim(j)}$);
 40 no teniendo lugar la activación (420) de la recarga de la batería eléctrica durante el intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) salvo si el valor de carga (TLC(j)+ $V_E(j)$) asociado a dicho intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) es inferior al valor de la potencia límite ($P_{lim(j)}$); y
 45 estando inhibida (430) la recarga de la batería eléctrica durante el intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) si el valor de carga (TLC(j)) asociado a dicho intervalo de tiempo ($\Delta T(j)$) es superior o igual al valor de la potencia límite ($P_{lim(j)}$).
6. Procedimiento de recarga optimizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el período de tiempo de carga disponible (T_d) se deduce (100) en función del instante (t_A) de conexión del sistema de recarga de la batería eléctrica (BAT) al dispositivo de recarga eléctrica (T_E) y de una indicación relativa a un instante (t_b) de final de la recarga proporcionado por el usuario del vehículo eléctrico.
7. Procedimiento de recarga optimizada según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende una verificación previa (200) de la duración del período de tiempo de carga disponible (T_d) en función de la duración (T_{100}) necesaria para la recarga completa de la batería eléctrica (BAT), no produciéndose la recarga (400) de la batería eléctrica durante al menos un intervalo de tiempo de carga ($\Delta T_{car(i)}$) salvo si la duración del período de tiempo de carga disponible (T_d) es superior a la duración (T_{100}) necesaria para la recarga completa de la batería eléctrica.
- 55 8. Procedimiento de recarga optimizada según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la batería eléctrica no presenta sustancialmente ningún efecto de memoria.
- 60 9. Procedimiento de recarga optimizada según la reivindicación 8, en el que la batería eléctrica es una batería de tipo ion-litio.
10. Procedimiento de recarga optimizada según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el sistema eléctrico (V_E)

es un vehículo eléctrico.

11. Programa informático que incluye unas instrucciones para implementar las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10 cuando es ejecutada por una unidad de tratamiento del sistema de recarga eléctrica.

5 12. Dispositivo de recarga optimizada (T_E) de la batería eléctrica (BAT) de al menos un sistema eléctrico (V_E), conectado a un sistema de alimentación eléctrica (E_{RED}) y que comprende al menos un punto de conexión (p_1) adecuado para conectarse al sistema de recarga de la batería eléctrica (BAT), estando configurado el dispositivo para implementar las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10 a continuación de la
10 conexión del sistema de recarga de la batería eléctrica (BAT) en el punto de conexión del dispositivo de recarga optimizada.

13. Sistema de recarga optimizada (S_E) para la recarga eléctrica de un conjunto compuesto por al menos un sistema eléctrico (V_E) que comprende una batería eléctrica (BAT), comprendiendo el sistema de recarga optimizada una red de alimentación eléctrica (E_{RED}) y al menos un dispositivo de recarga eléctrica (T_E) según la reivindicación 12,
15 conectado a dicha red de alimentación eléctrica.

14. Sistema de recarga optimizada (S_E) según la reivindicación 13, que comprende además un sistema informático distante, conectado al dispositivo de recarga eléctrica y que comprende una unidad de tratamiento adecuada para
20 implementar las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10.

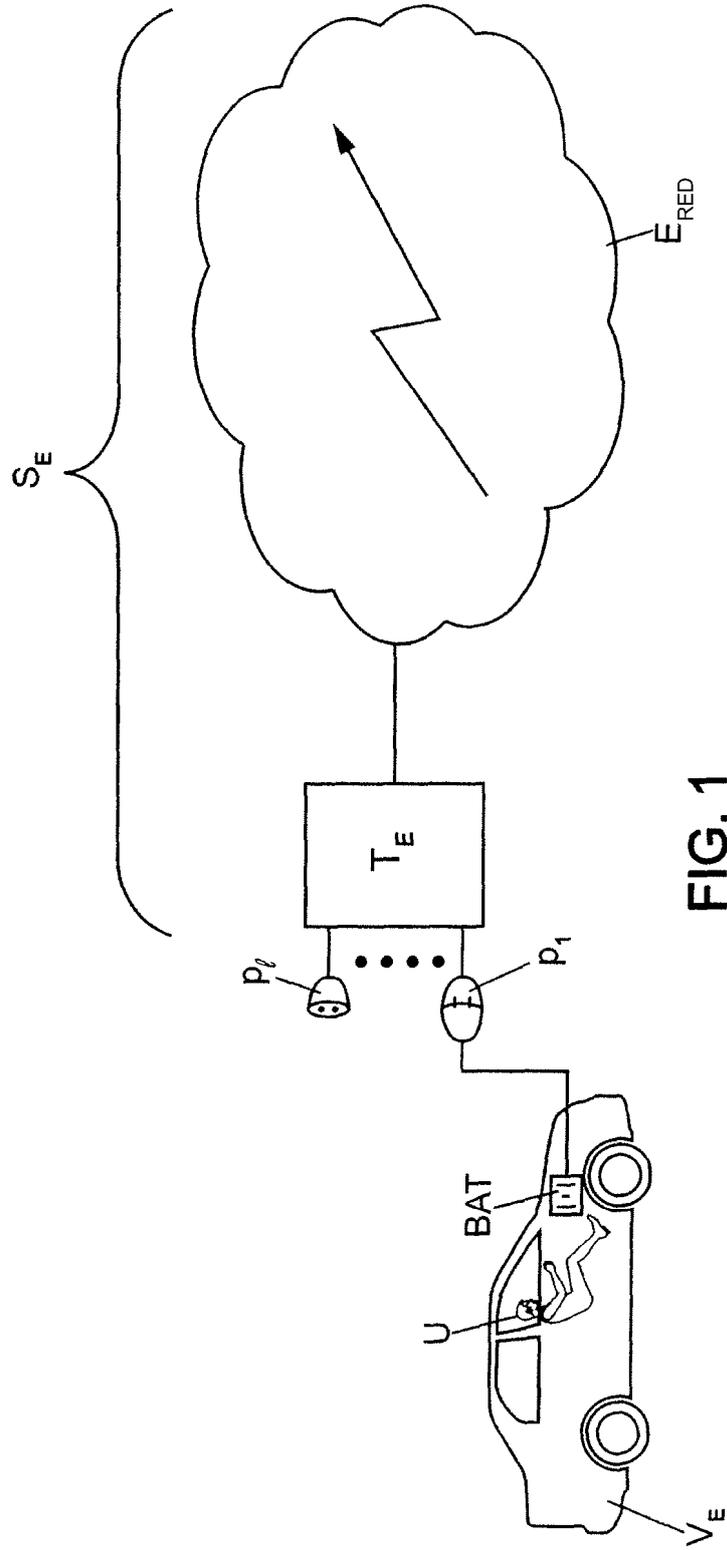


FIG. 1

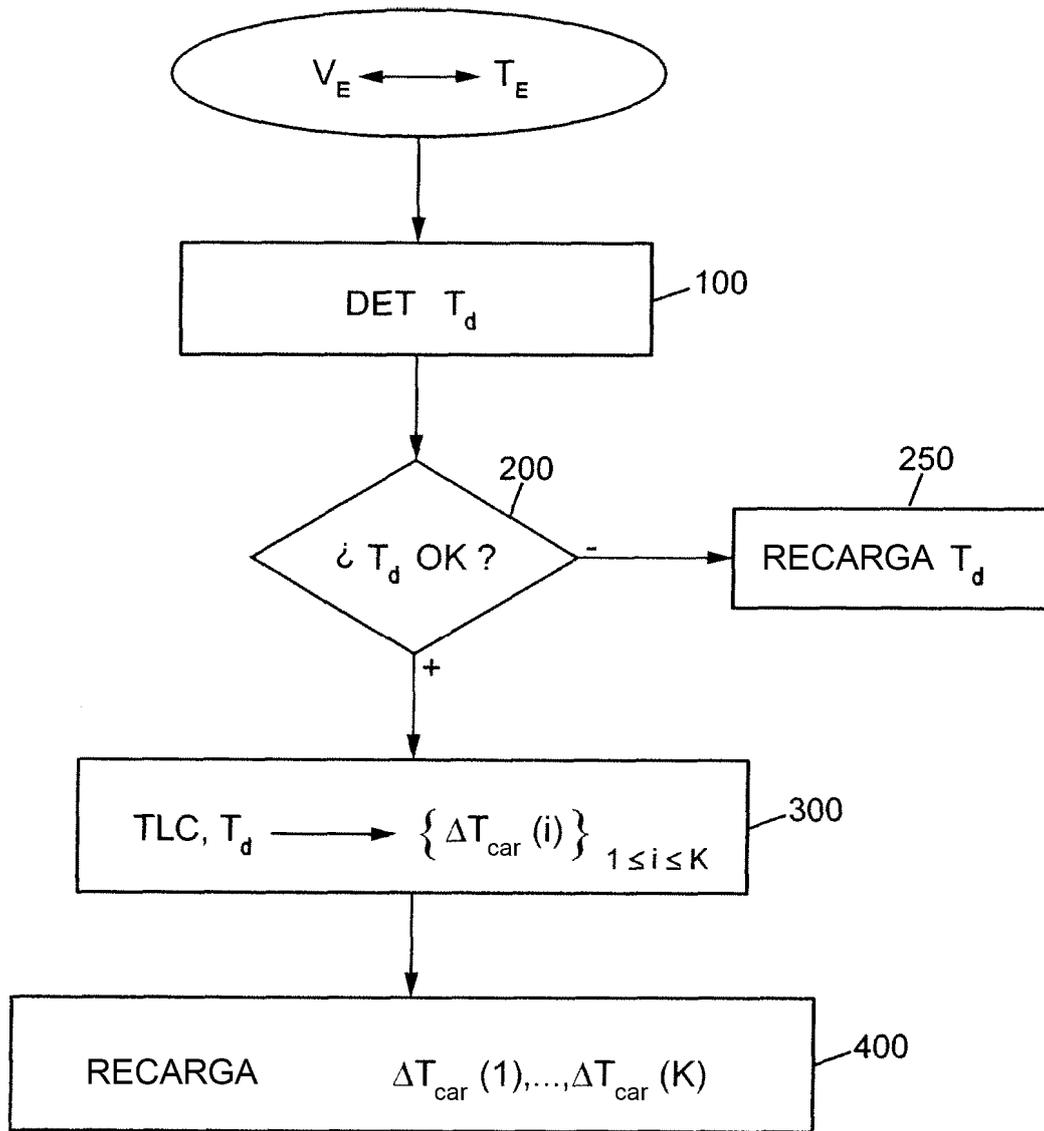


FIG. 2

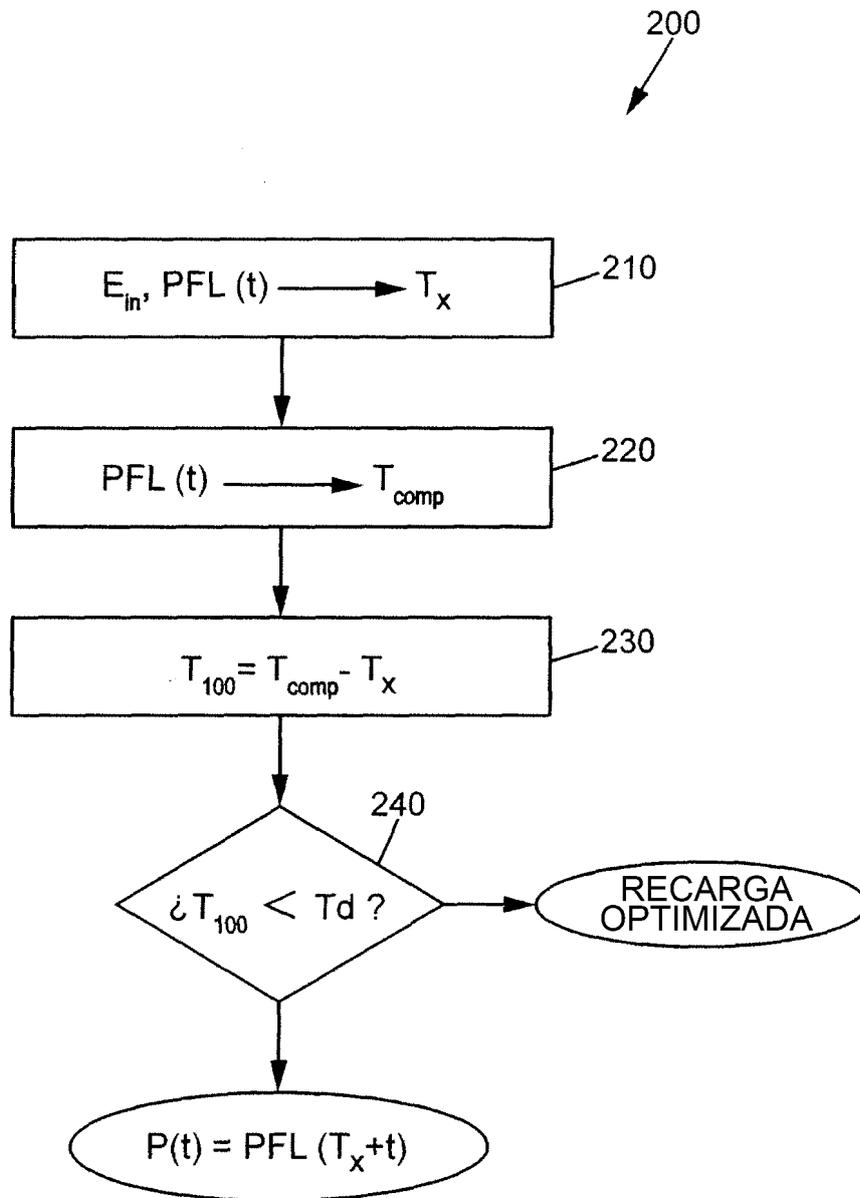


FIG. 3

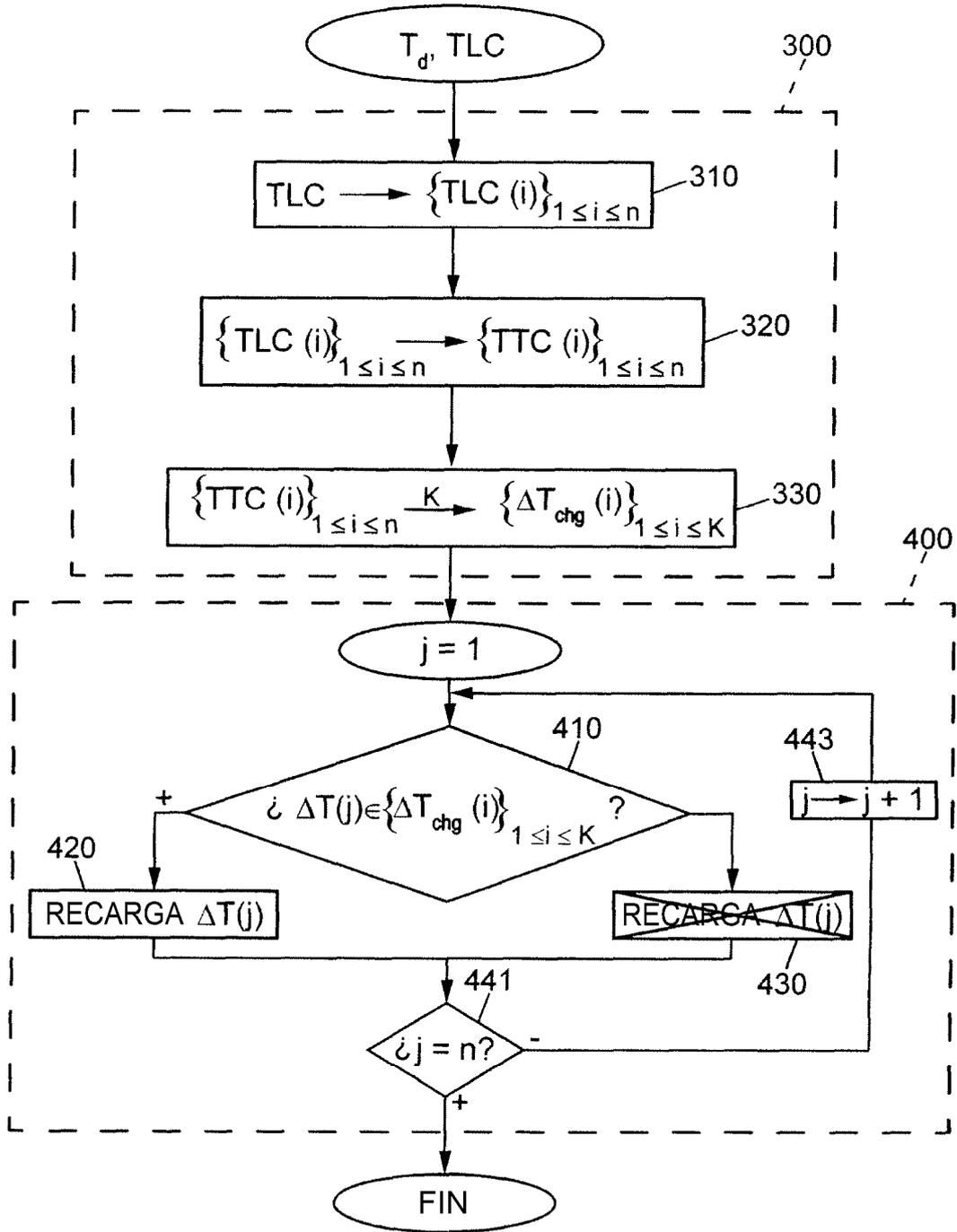


FIG. 4

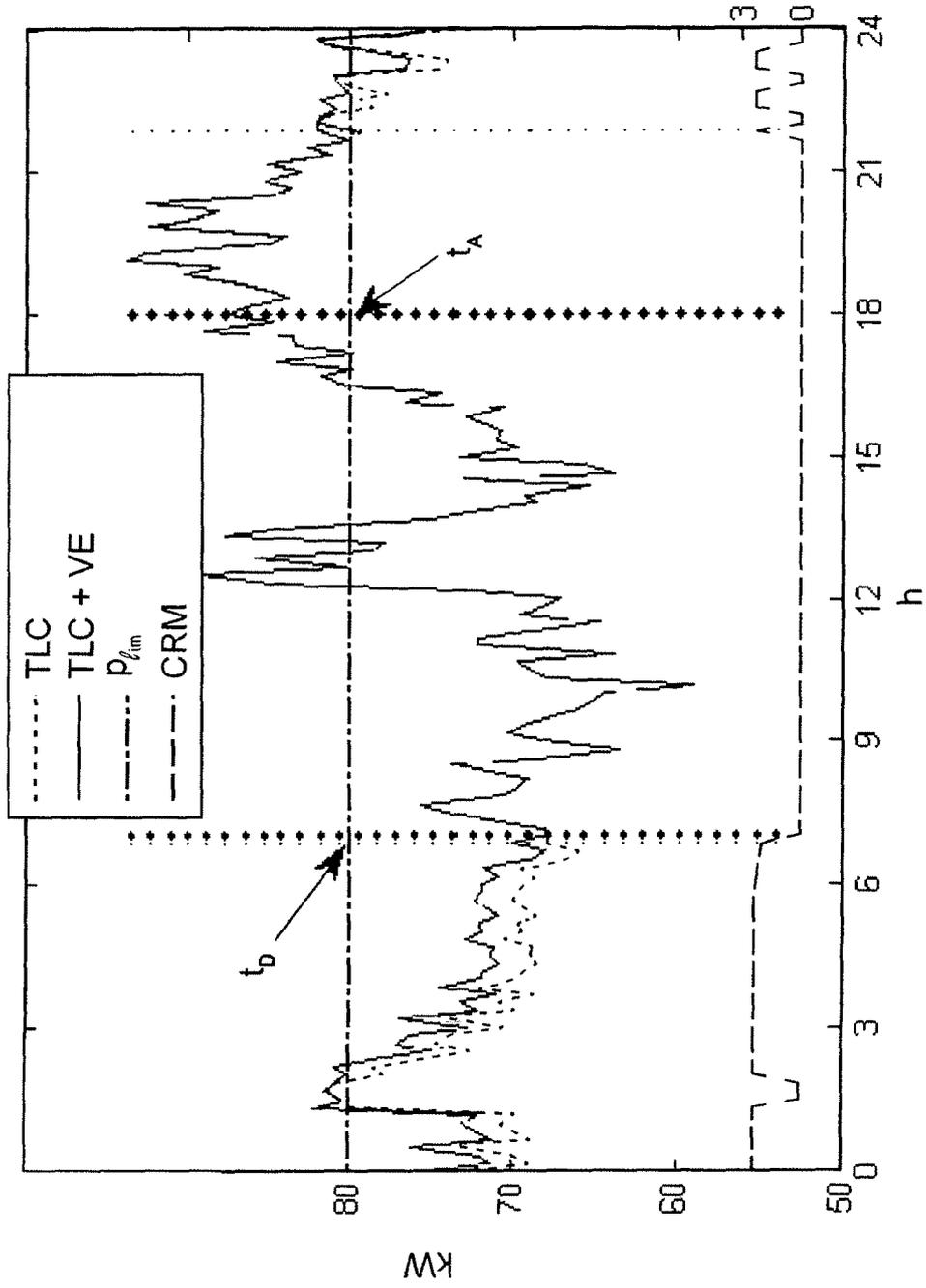


FIG. 5