

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 016 033**

51 Int. Cl.:

G06Q 10/04 (2013.01)

G06Q 10/06 (2013.01)

G06Q 50/06 (2014.01)

H02J 3/00 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2017** **PCT/SG2017/050136**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017** **WO17171636**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2017** **E 17775991 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025** **EP 3437032**

54 Título: **Un sistema y método para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias por el uso de servicios públicos**

30 Prioridad:

28.03.2016 SG 10201602403R

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2025

73 Titular/es:

BEEBRYTE SAS (100.00%)
Espace Gailleton, 2 place Gailleton
69002 Lyon, FR

72 Inventor/es:

CRAMPE, FREDERIC y
LEGUILLETTE, PATRICK

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 016 033 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

Un sistema y método para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias por el uso de servicios públicos

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere en sentido amplio, pero no exclusiva, a un sistema y método para maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias, especialmente aquellos que se utilizan para maximizar los ahorros de costes o las ganancias por el uso de servicios públicos.

Antecedentes

- 10 Actualmente, la mayoría de los usuarios de electricidad tienen opciones muy limitadas para reducir su factura de servicios públicos una vez que han contratado un plan tarifario determinado. Además, aunque los usuarios de electricidad tienen cierta idea de su consumo energético, no actúan en consecuencia para maximizar el ahorro de costes o las ganancias porque implica procesar un gran volumen de datos y realizar predicciones complejas en tiempo real.

- 15 Recientemente, se han utilizado varias vías para abordar este problema, en forma de baterías detrás del contador, generalmente en combinación con sistemas de generación solar fotovoltaica para almacenar cualquier exceso de energía producida por los paneles solares, especialmente energía que no es consumida inmediatamente por el edificio. Esto permite a los consumidores cambiar, almacenar y comercializar electricidad según captan la mejor oportunidad de obtener electricidad. El problema de este enfoque es que generalmente se basa en una gestión "a priori" del sistema de almacenamiento basada en perfiles de carga históricos del edificio, sin ningún ajuste basándose en valores en tiempo real.

Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar sistemas y métodos para maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias que aborden uno o más de los problemas mencionados anteriormente.

- 25 Además, otras características y funciones deseables se harán evidentes a partir de la descripción detallada posterior y las reivindicaciones adjuntas, tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos y estos antecedentes de la descripción.

- El documento US2008/046387 Se refiere a un sistema automatizado de control de energía eléctrica para edificios residenciales y tiene dispositivos de generación de energía eléctrica que incluyen paneles conectados al circuito de energía con interruptores, donde los paneles convierten la energía solar en energía eléctrica. El documento US2013/268132 se refiere a un método para cargar y descargar un sistema de almacenamiento de batería e implica generar una señal de regulación para hacer que el sistema de carga bidireccional descargue el dispositivo de almacenamiento de energía, donde la señal se basa en la tasa de carga seleccionada. El documento US2014/049109 Se refiere a un sistema para controlar la transferencia de energía entre la ubicación de la carga eléctrica y la red eléctrica y tiene un controlador de sistema para recibir parámetros operativos creados y utiliza parámetros para controlar la cantidad de energía que fluye por debajo del valor umbral. El documento US2015/202976 se refiere a un método para gestionar el flujo de energía en un sitio local que incluye la carga a nivel del sitio de dispositivos eléctricos por parte de un administrador de flujo de energía.

Resumen

- De acuerdo con el primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema para maximizar de forma adaptativa el ahorro de costes o las ganancias durante un periodo de tiempo en respuesta a una variable limitada en el tiempo, que comprende: un dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada configurado para proporcionar o recibir energía de un consumidor eléctrico, o un productor o una red eléctrica; un enlace de flujo bilateral conectado de forma operativa al dispositivo de almacenamiento de energía y configurado para controlar la dirección y la magnitud de un flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía, la magnitud de energía que está dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía hacia el dispositivo de almacenamiento de energía (límite de flujo de entrada) y un flujo máximo posible de energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía (límite de flujo de salida); y un dispositivo de control conectado de forma operativa al enlace de flujo bilateral. y un dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional conectado de forma operativa al dispositivo de control y al enlace de flujo bilateral, en donde el dispositivo de control controla un flujo de energía a través del enlace de flujo bilateral en respuesta a la variable limitada en el tiempo utilizada para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias basándose en una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor y/o productor eléctrico, el nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento que es resultante de una tasa de flujo de entrada al dispositivo de almacenamiento de energía o una tasa de flujo de salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía durante el periodo de tiempo y en donde el dispositivo de control está configurado además para calcular una energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica basándose en una cantidad de energía proporcionada o recibida desde el dispositivo de almacenamiento de energía a través del enlace de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o

proporcionada por el consumidor o productor eléctrico, la cantidad de energía recibida o proporcionada a la red eléctrica que es medida por el dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional.

5 En un modo de realización, el dispositivo de control está configurado además para identificar un espacio de búsqueda multidimensional dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima durante un período de tiempo identificado; y reducir el espacio de búsqueda multidimensional a un primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en una tasa máxima de flujo de entrada o una tasa máxima de flujo de salida, controlable a través del enlace de flujo bilateral.

10 En un modo de realización, el dispositivo de control está configurado además para: identificar un subespacio (H*) dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima, de modo que se cumplan un nivel de llenado inicial y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía, el subespacio (H*) que está dentro del espacio de búsqueda multidimensional; y reducir el espacio de búsqueda multidimensional a un segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en la tasa máxima de flujo de entrada o la tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral y el nivel de llenado inicial y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía, el segundo espacio de búsqueda reducido que es una intersección entre el subespacio (H*) y el primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del espacio de búsqueda multidimensional.

20 En un modo de realización, el dispositivo de control está configurado además para reducir el segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido a un tercer espacio (CH**) de búsqueda reducido basándose en una capacidad limitada del dispositivo de almacenamiento de energía.

25 En un modo de realización, el dispositivo de control controla un nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento de energía a través del enlace de flujo bilateral basándose en la diferencia entre el nivel de llenado inicial y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo, la diferencia de nivel que se utiliza para compensar una deriva de un nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo.

En un modo de realización, el dispositivo de control determina la diferencia de nivel basándose en al menos uno de (i) una optimización a largo plazo del nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía y (ii) las pérdidas que sufrirá el sistema.

30 En un modo de realización, en donde el dispositivo de almacenamiento de energía es una batería.

En un modo de realización, el enlace de flujo bilateral comprende un convertidor bidireccional y un cargador, el convertidor bidireccional y el cargador que están conectados de forma operativa al dispositivo de control.

En un modo de realización, el dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional es un contador eléctrico bidireccional.

35 De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias en respuesta a una variable limitada en el tiempo en un sistema. El sistema comprende un dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada configurado para proporcionar energía o recibir energía de un consumidor eléctrico, un productor o una red eléctrica; un enlace de flujo bilateral conectado de forma operativa al dispositivo de almacenamiento de energía y configurado para controlar una dirección y una magnitud de un flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía, la magnitud de energía que está dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía hacia el dispositivo de almacenamiento de energía (límite de flujo de entrada) y un flujo máximo posible de energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía (límite de flujo de salida); un dispositivo de gestión de flujo de energía bidireccional conectado de forma operativa al dispositivo de control y al enlace de flujo bilateral. y un dispositivo de control conectado de forma operativa al enlace de flujo bilateral, el método que comprende: controlar, mediante el dispositivo de control, un flujo de energía a través del enlace de flujo bilateral en respuesta a la variable limitada en el tiempo utilizada para maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias basándose en una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor y/o productor eléctrico, el nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento que es resultante de una tasa de flujo de entrada de flujo al dispositivo de almacenamiento de energía o una tasa de flujo de salida de flujo del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo; y

55 calcular, mediante el dispositivo de control, una energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica basándose en una cantidad de energía proporcionada o recibida del dispositivo de almacenamiento de energía a través del enlace de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor eléctrico o el productor.

En un modo de realización, la etapa de maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias comprende además: identificar, mediante el dispositivo de control, un espacio de búsqueda multidimensional dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima durante un período de tiempo identificado; y reducir, mediante el dispositivo de control, el espacio de búsqueda multidimensional a un primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en una tasa máxima de flujo de entrada o la tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral.

En un modo de realización, la etapa de maximizar adaptativamente los ahorros de costes o las ganancias comprende además: identificar, mediante el dispositivo de control, un subespacio (H*) dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima, de modo que se cumplan un nivel de llenado inicial y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía, el subespacio (H*) que está dentro del espacio de búsqueda multidimensional; y reducir, mediante el dispositivo de control, el espacio de búsqueda multidimensional a un segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en la tasa máxima de flujo de entrada o la tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral y el nivel de llenado inicial y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía, el segundo espacio de búsqueda reducido que es una intersección entre el subespacio (H*) y el primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del espacio de búsqueda multidimensional.

En un modo de realización, la etapa de maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias comprende además reducir el segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido a un tercer espacio (CH**) de búsqueda reducido basándose en una capacidad limitada del dispositivo de almacenamiento de energía.

En un modo de realización, la etapa de maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias se basa además en la diferencia entre el nivel de llenado inicial del dispositivo de almacenamiento de energía y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo, la diferencia de nivel que se utiliza para compensar una deriva de un nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo.

En un modo de realización, el método comprende además determinar la diferencia de nivel basándose en al menos uno de (i) una optimización a largo plazo del nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía y (ii) las pérdidas que sufrirá el sistema.

De acuerdo con el tercer aspecto de la invención, se proporciona un sistema para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias durante un periodo de tiempo en respuesta a una variable limitada en el tiempo, que comprende: un dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada configurado para proporcionar energía a o recibir energía de un consumidor eléctrico, un productor o una red eléctrica; un enlace de flujo bilateral conectado al dispositivo de almacenamiento de energía y configurado para controlar una dirección y una magnitud de un flujo de la energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía, la magnitud de energía que está dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía al dispositivo de almacenamiento de energía (límite de flujo de entrada) y un flujo máximo posible de energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía (límite de flujo de salida); y un dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional conectado de forma operativa al dispositivo de control y al enlace de flujo bilateral, en donde el flujo de energía a través del enlace de flujo bilateral se controla en respuesta a la variable limitada en el tiempo utilizada para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias basándose en una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor o productor eléctrico, un nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento resultante de una tasa de flujo de entrada al dispositivo de almacenamiento de energía o una tasa de flujo de salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía durante un período de tiempo, y una energía (O) medida neta óptima, que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica, se calcula basándose en una cantidad de energía proporcionada o recibida del dispositivo de almacenamiento de energía a través del enlace de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor o productor eléctrico, la cantidad de energía recibida o proporcionada a la red eléctrica la cual se mide mediante el dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional.

Breve descripción de los dibujos

Los modos de realización de la invención se comprenderán mejor y serán fácilmente evidentes para un experto medio en la materia a partir de la siguiente descripción escrita, a modo de ejemplo únicamente, y en conjunción con los dibujos, en los que:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema 100 dentro del cual se puede proporcionar o recibir energía de acuerdo con un primer modo de realización.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un sistema 200 dentro del cual se puede proporcionar o recibir energía de acuerdo con un segundo modo de realización.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un sistema 300 dentro del cual se puede proporcionar o recibir energía de acuerdo con un tercer modo de realización.

La figura 4 ilustra cómo cambian las curvas de demanda en respuesta a una secuencia de carga/descarga de una batería.

- 5 La figura 5 ilustra un primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar una energía (O) medida neta óptima.

La figura 6 ilustra un segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido que se deriva del primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar una energía (O) medida neta óptima.

- 10 La figura 7 muestra un diagrama esquemático de un sistema informático adecuado para su uso en la ejecución de un método.

Descripción detallada

Se describirán modos de realización de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos. Los números de referencia y caracteres similares en los dibujos se refieren a elementos similares o equivalentes.

- 15 Algunas porciones de la descripción siguiente se presentan explícita o implícitamente en términos de algoritmos y representaciones funcionales o simbólicas de operaciones sobre datos dentro de la memoria de un ordenador. Estas descripciones algorítmicas y representaciones funcionales o simbólicas son los medios utilizados por los expertos en la materia de procesamiento de datos para transmitir de la manera más efectiva la esencia de su trabajo a otros expertos en la materia. Un algoritmo se concibe en este caso, y en general, como una secuencia
20 de etapas autoconsistente que conduce a un resultado deseado. Las etapas son aquellas que requieren manipulaciones físicas de cantidades físicas, tales como señales eléctricas, magnéticas u ópticas capaces de ser almacenadas, transferidas, combinadas, comparadas y manipuladas de otro modo.

- A menos que se indique específicamente lo contrario, y como es evidente a partir de lo siguiente, se apreciará que a lo largo de toda la presente memoria descriptiva, las exposiciones que utilizan términos como "escanear",
25 "calcular", "determinar", "reemplazar", "generar", "inicializar", "emitir", "recibir", "recuperar", "identificar", "predecir", "procesar" o similares, se refieren a la acción y los procesos de un sistema informático, o un dispositivo electrónico similar, que manipula y transforma datos representados como cantidades físicas dentro del sistema informático en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro del sistema informático u otros dispositivos de almacenamiento, transmisión o visualización de información.

- 30 La presente memoria descriptiva también describe un aparato para realizar las operaciones de los métodos. Dicho aparato puede construirse especialmente para los fines requeridos o puede comprender un ordenador u otro dispositivo activado o reconfigurado selectivamente por un programa informático almacenado en el ordenador. Los algoritmos y visualizaciones presentados en el presente documento no están relacionados inherentemente con ningún ordenador u otro aparato en particular. Se podrán utilizar diversas máquinas con
35 programas de acuerdo con las enseñanzas del presente documento. Alternativamente, puede ser apropiada la construcción de aparatos más especializados para realizar las etapas del método requeridas. La estructura de un ordenador aparecerá en la descripción a continuación.

- Además, la presente memoria descriptiva también describe implícitamente un programa informático, de modo que sería evidente para una persona experta en la materia que las etapas individuales del método descrito en
40 el presente documento pueden ponerse en práctica mediante un código informático. El programa informático no está destinado a limitarse a ningún lenguaje de programación en particular ni a su implementación. Se apreciará que se pueden utilizar diversos lenguajes de programación y codificación de los mismos para implementar las enseñanzas de la descripción contenida en el presente documento. Además, el programa informático no está destinado a limitarse a ningún flujo de control en particular. Existen muchas otras variantes del programa informático que pueden utilizar diferentes controles.

- Además, una o más de las etapas del programa informático pueden realizarse en paralelo en lugar de secuencialmente. Un programa informático de este tipo podrá almacenarse en cualquier medio legible por ordenador. El medio legible por ordenador puede incluir dispositivos de almacenamiento tales como discos magnéticos u ópticos, chips de memoria u otros dispositivos de almacenamiento adecuados para interactuar
50 con un ordenador. El medio legible por ordenador también puede incluir un medio cableado como el ejemplificado en el sistema de Internet, o un medio inalámbrico como el ejemplificado en el sistema de telefonía móvil GSM. El programa informático, cuando se carga y se ejecuta en dicho ordenador, da como resultado efectivamente un aparato que implementa las etapas del método preferido.

- Varios modos de realización de la presente invención se refieren a sistemas y métodos para maximizar de
55 forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias por el uso de servicios públicos. En un modo de realización, el método es un método implementado por ordenador que maximiza de manera adaptativa los

ahorros de costes o las ganancias por el uso de servicios públicos en respuesta a una variable limitada en el tiempo.

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema 100 dentro del cual se puede proporcionar o recibir energía (por ejemplo, energía eléctrica) de acuerdo con un primer modo de realización. El sistema 100 puede ser un sistema de almacenamiento de energía estacionario (SESS) que funciona según los principios operativos de un sistema eléctrico distribuido detrás del contador. El sistema 100 puede incluir un dispositivo 102 de almacenamiento de energía conectado de forma operativa a un enlace 104 de flujo ajustable bilateral y un dispositivo 106 de control. El enlace 104 de flujo ajustable bilateral también está conectado de forma operativa al dispositivo 106 de control y a una unión 110 eléctrica que está conectada además a un consumidor y/o productor 108 eléctrico. El sistema 100 comprende además un dispositivo 112 de medición de flujo de energía bidireccional (o contador) que está conectado de forma operativa al dispositivo 106 de control, la unión 110 eléctrica y una red 114 eléctrica. La unión 110 eléctrica es un punto de conexión del sistema 100 (o SESS). El flujo de energía transaccional resultante del funcionamiento del SESS se desvía o se inyecta en el flujo nominal entre la red 114 eléctrica y el consumidor y/o productor 108 eléctrico.

Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad y compatibilidad de hardware, firmware y software, se describen varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativas de forma general en términos de su funcionalidad. El hecho de que dicha funcionalidad se implemente como hardware, firmware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema general. Aquellos familiarizados con los conceptos descritos en el presente documentos pueden implementar dicha funcionalidad de manera adecuada para cada aplicación particular.

El dispositivo 102 de almacenamiento de energía puede ser de cualquier tipo de energía conocido en la técnica, tal como, pero sin limitación, una batería de iones de litio, una batería de iones de sodio, una batería de flujo redox, una batería de plomo-ácido, una batería de níquel-metal hidruro, una batería de níquel-cadmio u otras fuentes de energía fluida, y puede tener una capacidad limitada. La capacidad limitada del dispositivo 102 de almacenamiento de energía determina un nivel de llenado del dispositivo 102 de almacenamiento de energía. En un modo de realización, el dispositivo 102 de almacenamiento de energía es una batería y la capacidad limitada se refiere a la capacidad de la batería. Se debe entender que la capacidad de la batería para un tamaño de batería determinado depende de la temperatura, los voltajes de corte, las tasas de carga/descarga u otros parámetros de la batería, y la salud de la batería depende de los parámetros actuales de la batería en relación con una especificación inicial de la batería, por ejemplo, de un fabricante de equipo original (OEM), y el uso anterior de la batería. A este respecto, los parámetros del estado operativo pueden indicar, por ejemplo, un porcentaje actual de la capacidad asumida (por ejemplo, especificada) para la batería o la red de baterías. La capacidad real máxima o la resistividad interna (por ejemplo, el estado de salud) de una batería se puede determinar midiendo el voltaje, la corriente y la temperatura durante los ciclos de carga y descarga, y comparando esas mediciones con conjuntos de datos que se sabe que representan varios niveles de estado de salud.

El dispositivo 102 de almacenamiento de energía está configurado para (i) recibir energía de la red 114 eléctrica o (ii) recibir energía del productor 108 eléctrico o (iii) recibir energía de la red 114 eléctrica y del productor 108 eléctrico, o alternativamente (iv) proporcionar energía al consumidor 108 eléctrico o (v) suministrar energía a la red 114 eléctrica o (vi) proporcionar energía al consumidor 108 eléctrico y suministrar energía a la red 114 eléctrica. En un modo de realización, el dispositivo 112 de medición de flujo de energía bidireccional es un contador eléctrico bidireccional que puede configurarse para medir una cantidad de energía recibida o proporcionada a la red 114 eléctrica.

El enlace 104 de flujo ajustable bilateral (o enlace de flujo bilateral) está configurado para controlar una dirección y una magnitud de un flujo de energía desde o hacia el dispositivo 102 de almacenamiento de energía. La magnitud de energía está dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía hacia el dispositivo 102 de almacenamiento de energía (o límite de flujo de entrada) y un flujo máximo posible de energía desde el dispositivo 102 de almacenamiento de energía (o límite de flujo de salida). En otras palabras, el enlace 104 de flujo ajustable bilateral tiene en cuenta funcionalmente el flujo de energía que fluye entre el dispositivo 102 de almacenamiento de energía y la red 114 eléctrica y/o el consumidor y/o productor 108 eléctrico. Es decir, el enlace 104 de flujo ajustable bilateral permite el flujo de energía hacia y desde el dispositivo 102 de almacenamiento de energía a una velocidad ajustable y controlable y también maneja las conversiones necesarias, si es necesario.

El dispositivo 106 de control está configurado para controlar el flujo de energía a través del enlace 104 de flujo bilateral en respuesta a la variable limitada en el tiempo utilizada para maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias basándose en una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor y/o productor eléctrico. La variable limitada en el tiempo puede basarse en el nivel de llenado del dispositivo 102 de almacenamiento de energía. El nivel de llenado del dispositivo 102 de almacenamiento de energía resulta de una tasa de flujo de entrada al dispositivo 102 de almacenamiento de energía o de una tasa de flujo de salida desde el dispositivo 102 de almacenamiento de energía. El dispositivo 106 de control puede estar configurado además para calcular una energía (O) medida neta óptima que se recibirá o

proporcionará a la red 114 eléctrica basándose en una cantidad de energía proporcionada o recibida desde el dispositivo 102 de almacenamiento de energía a través del enlace 104 de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor y/o productor 108 eléctrico. La cantidad de energía recibida o proporcionada a la red 114 eléctrica puede medirse mediante el dispositivo 112 de medición de flujo de energía bidireccional.

En el modo de realización, el dispositivo 106 de control puede estar configurado además para identificar un espacio de búsqueda multidimensional dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima durante un período de tiempo identificado; y reducir el espacio de búsqueda multidimensional a un primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en una tasa máxima de flujo de entrada o una tasa máxima de flujo de salida, controlable a través del enlace 104 de flujo bilateral. En otro modo de realización, el dispositivo 106 de control puede estar configurado además para identificar un subespacio (H*) dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima, de modo que se cumplan un nivel de llenado inicial y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo 102 de almacenamiento de energía. El subespacio (H*) es aquel que está dentro del espacio de búsqueda multidimensional. El dispositivo 106 de control también puede configurarse para reducir el espacio de búsqueda multidimensional a un segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en la tasa máxima de flujo de entrada o la tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace 104 de flujo bilateral y un nivel de llenado inicial y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo 102 de almacenamiento de energía, el segundo espacio de búsqueda reducido que es una intersección entre el subespacio (H*) y el primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del espacio de búsqueda multidimensional. El nivel de llenado inicial se refiere al nivel de llenado del dispositivo 102 de almacenamiento de energía al comienzo de un período de tiempo y el nivel de llenado final previsto se refiere al nivel de llenado proyectado del dispositivo 102 de almacenamiento de energía al final del mismo período de tiempo.

En un modo de realización, el dispositivo 106 de control está configurado además para reducir el segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido a un tercer espacio (CH**) de búsqueda reducido basándose en una capacidad limitada del dispositivo 102 de almacenamiento de energía. Se debe entender que se pueden utilizar varios cálculos numéricos para reducir el segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido al tercer espacio (CH**) de búsqueda reducido. Por ejemplo, es posible retirar todos los puntos del segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido de modo que la evolución del nivel de llenado correspondiente a lo largo del tiempo nunca sea negativa o mayor que la capacidad limitada del dispositivo de almacenamiento de energía. El resultado reducido es el tercer espacio (CH**) de búsqueda reducido.

Además, el dispositivo 106 de control controla el nivel de llenado del dispositivo 102 de almacenamiento de energía a través del enlace 104 de flujo bilateral basándose en una diferencia entre el nivel de llenado inicial y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo, la diferencia de nivel que es utilizada, por ejemplo, para compensar una deriva de un nivel de llenado promedio del dispositivo 102 de almacenamiento de energía durante el período de tiempo. En otro modo de realización, el dispositivo 106 de control determina la diferencia de nivel basándose en al menos uno de (i) la optimización a largo plazo del nivel de llenado promedio del dispositivo 102 de almacenamiento de energía y (ii) las pérdidas que sufrirá el sistema 100.

La red 114 eléctrica puede representar una fuente casi infinita o un pozo de energía que hace funcionar el SESS. La naturaleza "casi infinita" de la red se refiere al hecho de que, debido a su dimensión relativa respecto al SESS, su estado y características se ven marginalmente afectados por el funcionamiento del SESS y pueden considerarse independientes del SESS individualmente.

El dispositivo 112 de medición de flujo de energía bidireccional está configurado para medir el flujo de energía que se intercambia entre (i) el consumidor y/o productor 108 eléctrico y la red 114 eléctrica y/o (ii) el dispositivo 102 de almacenamiento de energía y la red 114 eléctrica. Por ejemplo, si el dispositivo 102 de almacenamiento de energía es una batería y el consumidor y/o productor 108 eléctrico es solo un consumidor, el dispositivo 112 de medición de flujo de energía bidireccional puede ser un contador que esté configurado para medir el flujo de energía eléctrica que fluye desde la red 114 eléctrica al almacenamiento de energía 102 y al consumidor 108 eléctrico. Un experto en la materia comprenderá que la empresa de servicios públicos puede utilizar el contador como referencia para fines de facturación.

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema 200 dentro del cual se puede proporcionar o recibir energía de acuerdo con un segundo modo de realización. En el segundo modo de realización, el dispositivo 202 de almacenamiento de energía puede ser una batería que está conectada de forma operativa al enlace 204 de flujo bilateral y ajustable (o enlace de flujo bilateral). Por ejemplo, el dispositivo 202 de almacenamiento de energía puede ser una batería, una combinación o colección de baterías (incluidos dispositivos de flujo redox), cualquier dispositivo de almacenamiento de energía alternativo (por ejemplo, un volante de inercia, supercondensadores o un ciclo de hidrógeno). En este modo de realización, el enlace 204 de flujo bilateral incluye un sistema 204(a) de gestión de batería y un convertidor y cargador 204(b) bidireccional.

El sistema 204(a) de gestión de batería puede configurarse para realizar una gestión de bajo nivel de la batería 202, tal como, protegiendo la batería 202 para que no funcione fuera de los límites operativos predeterminados, monitoreando el estado operativo de la batería 202, procesando las mediciones de los parámetros operativos de la batería 202, informando sobre los datos operativos de la batería 202 y controlando el entorno operativo de la batería 202.

El convertidor y cargador 204(b) bidireccional pueden estar conectados de forma operativa a un dispositivo 206 de control. El dispositivo 206 de control puede incluir un controlador 206(a) y un ordenador 206(b). El convertidor y cargador 204(b) bidireccional está configurado para manejar varias conversiones entre la red eléctrica y la batería 202. Además, el convertidor y cargador 204(b) bidireccional está configurado preferiblemente para cargar o descargar directa/indirectamente la batería 202.

En este modo de realización, el dispositivo 206 de control comprende un controlador 206(a) y un ordenador 206(b) remoto que pueden funcionar juntos para realizar diversas operaciones. El dispositivo 206 de control está conectado de forma operativa a un dispositivo 212 de medición de flujo de energía bidireccional. En este modo de realización, el dispositivo 204(b) de medición de flujo de energía bidireccional está conectado a un consumidor y/o productor 208 eléctrico a través de una unión 210 eléctrica. La unión 210 eléctrica es un punto de conexión del sistema 200 (o SESS). El flujo de energía transaccional resultante del funcionamiento del SESS se desvía o se inyecta en el flujo nominal entre la red 214 eléctrica y el consumidor y/o productor 208 eléctrico.

El ordenador 206(b) remoto puede implementarse como uno o más servidores que pueden configurarse para comunicarse a través de Internet, y que pueden estar ubicados en el mismo lugar o distribuidos geográficamente, por ejemplo, como lo apreciarán los expertos en la materia. Es decir, en un modo de realización de ejemplo, el ordenador 206(b) remoto puede ser parte de un sistema de computación en la nube. El consumidor y/o productor 208 eléctrico contabiliza una carga eléctrica (por ejemplo: todos los dispositivos eléctricos de un edificio donde está instalado el SESS). Desde una perspectiva funcional, el consumidor y/o productor 208 eléctrico puede considerarse como un consumidor de energía eléctrica y/o un productor de energía eléctrica.

La mayoría de las redes eléctricas instaladas en edificios generalmente son de corriente alterna (CA) y un dispositivo 202 de almacenamiento de energía es generalmente un dispositivo de corriente continua (CC). Por ejemplo, en este modo de realización, el consumidor y/o productor 208 eléctrico puede incluir una fuente 208(a) eléctrica de CC, un consumidor 208(b) eléctrico de CA y una fuente 208(c) eléctrica de CA. La fuente 208(a) eléctrica de CC puede estar conectada directamente al sistema 204(a) de gestión de batería y puede estar configurada para cargar/descargar el dispositivo 202 de almacenamiento de energía. La fuente 208(c) eléctrica de CA está conectada directamente a la unión 210 eléctrica y puede configurarse para proporcionar energía a través de la unión 210 eléctrica. El consumidor 208(b) eléctrico de CA está conectado directamente a la unión 210 eléctrica y puede configurarse para consumir energía de la red 214 eléctrica y/o del dispositivo 202 de almacenamiento de energía a través de la unión 210 eléctrica.

Además, un sistema de gestión de energía (EMS) puede estar conectado de forma operativa al SESS y configurado para supervisar las operaciones del SESS mediante la recogida de diversos datos internos (estado, mediciones, etc.) del sistema. Además, el EMS está configurado para procesar los datos internos (por ejemplo, datos relativos al dispositivo 202 de almacenamiento de energía) con otros datos externos de acuerdo con una de varias estrategias de gestión y controlar el SESS en consecuencia. Por ejemplo, en diversos modos de realización, el EMS puede ser el dispositivo 206 de control y puede estar configurado para controlar el inversor y cargador 204(b) bidireccional.

La gestión del SESS puede dividirse en las siguientes etapas operativas que pueden repetirse en el tiempo. El EMS puede configurarse para recoger los últimos datos operativos internos del sistema (por ejemplo, parámetros, estado) y datos contextuales externos requeridos por etapas de cálculo adicionales. El EMS también puede configurarse para procesar y analizar los datos disponibles. En una implementación, el EMS puede configurarse para pronosticar valores ambientales potenciales. Basándose en la predicción potencial, el EMS puede configurarse para ejecutar alguna rutina de optimización destinada a optimizar las operaciones del SESS según al menos un criterio de rendimiento. Finalmente, el EMS puede configurarse para operar el SESS de acuerdo con los resultados de la rutina de optimización. Los criterios de rendimiento pueden ser técnicos, económicos y/o ambientales.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un sistema 300 dentro del cual se puede proporcionar o recibir energía de acuerdo con un tercer modo de realización. En este modo de realización, se puede ver que el dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un dispositivo 302 de almacenamiento de fluido que está conectado directamente a un dispositivo 306 de control y un enlace 304 de flujo ajustable bilateral. El enlace 304 de flujo ajustable bilateral también está conectado al dispositivo 306 de control y a una unión 310 de flujo que está conectada además a un consumidor y/o productor 308 de fluido. El sistema 300 comprende además un dispositivo 312 de medición de flujo de energía bidireccional (o contador) que está conectado de forma operativa al dispositivo 306 de control, la unión 310 de flujo y una red 314 externa de fluido.

La batería descrita en la figura 1 y la figura 2 puede asimilarse como una primera aproximación a un tanque de energía (o un dispositivo de capacidad de almacenamiento de energía) con:

Capacidad limitada: su capacidad nominal de almacenamiento de energía (NSC)

Caudal de llenado/vertido posible limitado: sus potencias máximas de carga y descarga

- 5 En los modos de realización siguientes, un estado de carga (SOC) de una batería también puede conocerse como un nivel de llenado del dispositivo de capacidad de almacenamiento de energía, por ejemplo la relación entre la energía almacenada y el NSC. Por lo tanto, viene

$$(1) \quad \forall t: 0 < SOC(t) < 1,$$

donde $\forall t$ representa en cualquier momento durante un período

10
$$(2) \quad \text{Stored_energy}(t) = \text{NSC} \cdot \text{SOC}(t)$$

15 Eficiencia de ida y vuelta: Para mayor simplicidad y claridad, la eficiencia de ida y vuelta del SESS se establece en 1. Es decir, se supone que no hay pérdida de energía en un ciclo de carga/descarga. Esta aproximación es aproximada ya que la eficiencia de ida y vuelta real puede diferir significativamente de 1 en baterías reales, pero no afecta la metodología ya que una eficiencia de ida y vuelta diferente de 1 se puede manejar por medio de coeficientes correctivos aplicados respectivamente al flujo de entrada y al flujo de salida de energía que transita a través del enlace 304 de flujo ajustable bilateral.

20 Envejecimiento: Una batería electroquímica típica tiene un ciclo de vida limitado, ya que cada ciclo de carga/descarga modifica ligeramente la composición de la batería, afectando su rendimiento. Desde una perspectiva económica, una batería puede considerarse un artículo consumible con un cierto "potencial de ciclo". Cada ciclo consume este potencial y tiene un coste intrínseco relacionado. Cuando se utilice para el comercio de energía, este "coste de envejecimiento" será menor que el beneficio comercial resultante del arbitraje en el precio de la energía.

25 En los siguientes cálculos se considera un período de optimización de 24 horas, de acuerdo con un ciclo diario natural subyacente observado en la mayoría de las curvas de carga eléctrica. Se debe entender que el período de optimización de 24 horas es solo un ejemplo y que otros períodos de optimización también son posibles (por ejemplo, 12 horas, 48 horas, etc.) en los siguientes cálculos. Para simplificar, este período de optimización se divide en 24 etapas de tiempo regulares de 1 hora (Δt). Se podrán utilizar otras etapas de tiempo regulares sin perjuicio de la generalidad del método expuesto. La identificación y utilización del máximo común divisor de las etapas de tiempo permite volver al método con etapas de tiempo regulares. En los siguientes cálculos se aplicarán las siguientes convenciones de signos:

30 en el contador: el flujo de energía se considera desde la perspectiva de la red. Por tanto, se cuenta:

positivamente cuando la energía se inyecta en la red

negativamente cuando la energía se extrae de la red

a nivel de batería: se contabiliza el flujo de energía en la batería:

- 35 positivamente cuando la batería se está descargando

negativamente cuando la batería se está cargando

a nivel de consumidor/productor: se contabiliza el flujo de energía:

positivamente al actuar como consumidor

negativamente al actuar como productor

- 40 Para simplificar, se considera que los precios de oferta y demanda (o de compra y venta) de energía desde o hacia la red son iguales. El método puede generalizarse a situaciones en que los precios de oferta y demanda difieren, a costa de una mayor complejidad de su implementación, pero sin diferencias fundamentales en el principio de funcionamiento.

En los cálculos siguientes se aplicarán las siguientes definiciones:

- 45 T_n : el enésimo (n) período de cálculo (duración = $T = 24\text{h}$ en este caso)

$SOC_0(T_n)$: el estado de carga de la batería al inicio del periodo T_n

$SOC_i(T_n)$: el estado de carga de la batería en la etapa de tiempo i de período T_n

$SOC_{24}(T_n)$: el estado de carga de la batería al final del período T_n

$P_{C_m\acute{a}x}$: la potencia máxima de carga

$P_{D_m\acute{a}x}$: la potencia máxima de descarga

- 5 Durante un período de cálculo de 24 horas dividido en etapas de tiempo de 1 hora, el perfil temporal de cualquier parámetro $x(T_n)$ (por ejemplo, precio de carga eléctrica, etc.) puede ser una serie temporal de 24 $\{x_0(T_n), x_1(T_n), \dots, x_{23}(T_n)\}$, que puede representarse mediante un vector X de 24 dimensiones

$$(3) \quad X = \begin{bmatrix} x_0(T_n) \\ x_1(T_n) \\ \vdots \\ x_{23}(T_n) \end{bmatrix}$$

$L(T_n)$: El vector que tiene en cuenta el perfil de carga bruta de 24 horas pronosticado durante T_n . De acuerdo con la convención de signos expuesta anteriormente, todas sus coordenadas son positivas.

- 10 $S(T_n)$: El vector que tiene en cuenta el perfil de autogeneración de 24 horas (por ejemplo, energía solar fotovoltaica) pronosticado durante T_n . De acuerdo con la convención de signos expuesta anteriormente, todas sus coordenadas son negativas.

$N(T_n)$: El vector que tiene en cuenta el perfil de flujo de potencia de 24 horas pronosticado durante T_n en el contador, sin batería en el sistema. Por tanto, también sirve como referencia de medición.

- 15 $K(T_n)$: El vector que tiene en cuenta el perfil de precios de 24 horas de la energía hacia/desde la red, previsto durante T_n (suponiendo que los precios de oferta y demanda sean iguales).

$B(T_n)$: el vector que tiene en cuenta el perfil de orden de potencia de carga/descarga de 24 horas que debe seguir el controlador que gestiona la batería.

- 20 $O(T_n)$: el vector tiene en cuenta el perfil de flujo de potencia de 24 horas pronosticado durante T_n en el contador, con la batería en el sistema.

Descontando las pérdidas de potencia en el sistema, y teniendo en cuenta las convenciones de signos antes mencionadas, se obtendrá lo siguiente:

$$(4) \quad \forall n \geq 0; N(T_n) = -(S(T_n) + L(T_n))$$

y

$$25 \quad (5) \quad \forall n \geq 0: O(T_n) = N(T_n) + B(T_n)$$

La figura 4 ilustra cómo cambian las curvas de demanda en respuesta a una secuencia de carga/descarga de una batería. La línea 402 representa el perfil de flujo de potencia previsto durante T_n en el contador, sin la batería, $O(T_n)$. La línea 404 representa el perfil de flujo de potencia previsto durante T_n en el contador, con la batería, $N(T_n)$. 406 representa el perfil de potencia de carga/descarga de la batería de 24 horas. En otras palabras, se puede ver que la línea 402 es una suma de las líneas 404 y 406, de acuerdo con la ecuación (5).

Además, el coste de referencia previsto de la energía C_{ref} durante T_n se puede calcular de la siguiente manera:

$$(6) \quad \forall n \geq 0: C_{ref}(T_n) = -N(T_n) \cdot K^t(T_n) \cdot \Delta t = -\left(\sum_{i=0}^{23} n_i(T_n) \cdot k_i(T_n)\right) \cdot \Delta t$$

A continuación, la mayoría de los cálculos se consideran durante un período de T_n similar dado, y la denominación " (T_n) " se puede omitir por razones de legibilidad. Cuando se omite, todos los vectores y componentes hacen referencia a este mismo T_n implícito genérico.

Las restricciones de potencia de carga/descarga de la batería se pueden escribir de la siguiente manera

$$(7) \quad \forall n \geq 0 \text{ y } \forall i = 0 \text{ a } 23: -P_{C_m\acute{a}x} < b_i(T_n) < P_{D_m\acute{a}x}$$

Esto también se puede escribir para cualquier T_n :

$$(8) \quad -P_{C_m\acute{a}x} \cdot 1 < B < P_{D_m\acute{a}x} \cdot 1$$

- 40 Con el vector 1 de 24 dimensiones:

$$(9) \quad 1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$$

Además:

$$-P_{C_m\acute{a}x} \cdot 1 < 0 - N < P_{D_m\acute{a}x} \cdot 1$$

- 5 Basándonos en las ecuaciones anteriores, significa que cualquier solución alcanzable O se incluirá necesariamente en el hipercubo C^* centrado en N con sus 2^{*24} caras estando respectivamente en $+P_{D_m\acute{a}x}$ y $-P_{C_m\acute{a}x}$ en ambos lados del componente asociado de N como se ilustra en 3D en la figura 5.

La restricción de capacidad de almacenamiento de la batería se puede traducir matemáticamente de la siguiente manera:

$$(10) \quad \forall n \geq 0 \text{ y } \forall i = 1 \text{ a } 24: SOC_i(T_n) = \max \left(0, \min \left(1, SOC_0(T_n) - \sum_{j=0}^{i-1} \frac{b_j(T_n) \cdot \Delta t}{NSC} \right) \right)$$

- 10 Esta característica introduce una restricción altamente no lineal en el problema de optimización a resolver para encontrar la mejor secuencia de carga-descarga de la batería.

Gestionar la secuencia de carga/descarga de una batería y optimizarla a lo largo de periodos de tiempo sucesivos T_n implica un control de la evolución del SOC de referencia medio de la batería. En efecto, por definición, tenemos:

$$15 \quad (11) \quad \forall n > 0 : SOC_0(T_n) = SOC_{24}(T_{n-1})$$

Para evitar una deriva a medio/largo plazo del SOC de referencia medio, y poder realizar un ciclo a largo plazo (duración mayor a T_n) de la batería, una restricción adicional durante cualquier período T_n en forma de desviación δn se introduce entre el SOC inicial y el final de la batería.

$$(12) \quad \forall n > 0 : SOC_{24}(T_n) = SOC_0(T_n) + \delta_n$$

- 20 Básicamente, si no se realiza una optimización a largo plazo, un modo de realización busca optimizar la secuencia de carga/descarga de la batería durante un período T_n de cálculo con un SOC de referencia media rotatorio constante a lo largo de los sucesivos T_n para evitar cualquier desvío a medio o largo plazo. Por tanto, se puede considerar la siguiente condición SOC de (12):

$$(13) \quad \forall n > 0 : SOC_{24}(T_n) = SOC_0(T_n)$$

- 25 Dada la curva de carga prevista L y la producción solar fotovoltaica S , la curva de demanda bruta N se calcula a partir de (4), y $\sum n_i$ encima T_n se considera como una referencia que puede ser conocida como N_n a continuación. Por lo tanto, al utilizar (5), la restricción (13) eventualmente se convierte en:

$$(14) \quad \forall n > 0 : \sum_{i=0}^{23} b_i(T_n) = 0 \Rightarrow \sum_{i=0}^{23} o_i(T_n) = N_n \{ = \sum_{i=0}^{23} n_i(T_n) \}$$

Usando vectores, la ecuación anterior se convierte en:

$$30 \quad (15) \quad \overrightarrow{NO} \cdot \vec{1} = 0$$

La ecuación anterior es en realidad la definición del hiperplano H^* que contiene los puntos N y es ortogonal al vector 1 .

Combinando esta restricción con la limitación de carga/descarga, cualquier curva O de demanda neta aceptable deberá cumplir geométricamente con:

$$35 \quad (16) \quad O_{\text{acceptable}} \in (C_{\text{interno}}^* \cap H^*)$$

La figura 6 ilustra esta condición (superficie hexagonal resultante de la intersección de C^* y el plano que contiene N y ortogonal a 1).

- 40 La figura 7 representa un ordenador/dispositivo 700 informático a modo de ejemplo, de aquí en adelante denominado indistintamente como un sistema 700 informático, donde uno o más de dichos dispositivos 700 informáticos pueden usarse para facilitar la ejecución del método descrito anteriormente para maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias por el uso de servicios públicos. Además, se pueden

utilizar uno o más componentes del sistema 700 informático para realizar el ordenador 702. La siguiente descripción del dispositivo 700 informático se proporciona sólo a modo de ejemplo y no pretende ser limitativa.

Como se muestra en la figura 7, el dispositivo 700 informático de ejemplo incluye un procesador 704 para ejecutar rutinas de software. Aunque para mayor claridad se muestra un solo procesador, el dispositivo 700 informático también puede incluir un sistema multiprocesador. El procesador 704 está conectado a una infraestructura 706 de comunicación para comunicarse con otros componentes del dispositivo 700 informático. La infraestructura 706 de comunicación puede incluir, por ejemplo, un bus de comunicaciones, un conmutador de barra cruzada o una red.

El dispositivo 700 informático incluye además una memoria 708 principal, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), y una memoria 710 secundaria. La memoria 710 secundaria puede incluir, por ejemplo, una unidad 712 de almacenamiento, que puede ser una unidad de disco duro, una unidad de estado sólido o una unidad híbrida y/o una unidad 714 de almacenamiento extraíble, que puede incluir una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, una unidad de almacenamiento de estado sólido (tal como una unidad USB flash, un dispositivo de memoria flash, una unidad de estado sólido o una tarjeta de memoria), o similares. La unidad 714 de almacenamiento extraíble lee y/o escribe en un medio 744 de almacenamiento extraíble de una manera bien conocida. El medio 744 de almacenamiento extraíble puede incluir una cinta magnética, un disco óptico, un medio de almacenamiento de memoria no volátil o similar, que es leído y escrito por la unidad 714 de almacenamiento extraíble. Como lo apreciará el experto en la(s) materia(s) pertinente(s), el medio 744 de almacenamiento extraíble incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenados en el mismo, instrucciones y/o datos de código de programa ejecutables por ordenador.

En una implementación alternativa, la memoria 710 secundaria puede incluir adicional o alternativamente otros medios similares para permitir que se carguen programas informáticos u otras instrucciones en el dispositivo 700 informático. Dichos medios pueden incluir, por ejemplo, una unidad 722 de almacenamiento extraíble y una interfaz 740. Ejemplos de una unidad 722 de almacenamiento extraíble e interfaz 740 incluyen un cartucho de programa y una interfaz de cartucho (tal como la que se encuentra en los dispositivos de consola de videojuegos), un chip de memoria extraíble (tal como una EEPROM, EPROM o PROM) y un zócalo asociado, una unidad de almacenamiento de estado sólido extraíble (tal como una unidad flash USB, un dispositivo de memoria flash, una unidad de estado sólido o una tarjeta de memoria) y otras unidades 722 de almacenamiento extraíbles e interfaces 740 que permiten transferir software y datos desde la unidad 722 de almacenamiento extraíble al sistema 700 informático.

El dispositivo 700 informático también incluye al menos una interfaz 724 de comunicación. La interfaz 724 de comunicación permite transferir software y datos entre el dispositivo 700 informático y dispositivos externos a través de una ruta 726 de comunicación. En varios modos de realización de las invenciones, la interfaz 724 de comunicación permite transferir datos entre el dispositivo 700 informático y una red de comunicación de datos, tal como una red de comunicación de datos pública o privada. La interfaz 724 de comunicación puede utilizarse para intercambiar datos entre diferentes dispositivos 700 informáticos que forman parte de una red informática interconectada. Ejemplos de una interfaz 724 de comunicación pueden incluir un módem, una interfaz de red (tal como una tarjeta Ethernet), un puerto de comunicación (tal como un puerto serie, paralelo, de impresora, GPIB, IEEE 1394, RJ45, USB), una antena con circuitos asociados y similares. La interfaz 724 de comunicación puede ser cableada o puede ser inalámbrica. El software y los datos transferidos a través de la interfaz 724 de comunicación están en forma de señales que pueden ser electrónicas, electromagnéticas, ópticas u otras señales capaces de ser recibidas por la interfaz 724 de comunicación. Estas señales se proporcionan a la interfaz de comunicación a través de la ruta 726 de comunicación.

Como se muestra en la figura 7, el dispositivo 700 informático incluye además una interfaz 702 de pantalla que realiza operaciones para representar imágenes en una pantalla 730 asociada y una interfaz 732 de audio para realizar operaciones para reproducir contenido de audio a través de un(os) altavoz(es) 734 asociados.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término "producto de programa informático" puede referirse, en parte, a un medio 744 de almacenamiento extraíble, una unidad 722 de almacenamiento extraíble, un disco duro instalado en la unidad 712 de almacenamiento o una onda portadora que porta software a través de la ruta 726 de comunicación (enlace inalámbrico o cable) a la interfaz 724 de comunicación. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador se refieren a cualquier medio de almacenamiento tangible, no transitorio y no volátil que proporciona instrucciones y/o datos grabados al dispositivo 700 informático para su ejecución y/o procesamiento. Ejemplos de dichos medios de almacenamiento incluyen una cinta magnética, un CD-ROM, un DVD, un disco Blu-ray™, una unidad de disco duro, una ROM o circuito integrado, una unidad de almacenamiento de estado sólido (tal como una unidad flash USB, un dispositivo de memoria flash, una unidad de estado sólido o una tarjeta de memoria), una unidad híbrida, un disco magnetoóptico o una tarjeta legible por ordenador tal como una tarjeta SD y similares, ya sean dichos dispositivos internos o externos al dispositivo 700 informático. Los ejemplos de medios de transmisión legibles por ordenador transitorios o no tangibles que también pueden participar en la provisión de software, programas de aplicación, instrucciones y/o datos al dispositivo 700 informático incluyen canales de transmisión por radio o infrarrojos, así como una conexión de

red a otro ordenador o dispositivo en red, e Internet o Intranets, incluidas transmisiones de correo electrónico e información registrada en sitios web y similares.

- 5 Los programas informáticos (también llamados código de programa informático) se almacenan en la memoria 708 principal y/o en la memoria 710 secundaria. También se pueden recibir programas informáticos a través de la interfaz 724 de comunicación. Dichos programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que el dispositivo 700 informático realice una o más funciones de los modos de realización expuestos en el presente documento. En diversos modos de realización, los programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que el procesador 704 realice funciones de los modos de realización descritos anteriormente. Por consiguiente, dichos programas informáticos representan controladores del sistema 700 informático.
- 10 El software puede almacenarse en un producto de programa informático y cargarse en el dispositivo 700 informático utilizando la unidad 714 de almacenamiento extraíble, la unidad 712 de almacenamiento o la interfaz 740. Alternativamente, el producto de programa informático puede descargarse al sistema 700 informático a través de la ruta 726 de comunicaciones. El software, cuando es ejecutado por el procesador 704, hace que el dispositivo 700 informático realice funciones de los modos de realización descritos en el presente documento.
- 15 Se debe entender que el modo de realización de la figura 7 se presenta simplemente a modo de ejemplo. Por lo tanto, en algunos modos de realización se pueden omitir una o más funciones del dispositivo 700 informático. También, en algunos modos de realización, una o más funciones del dispositivo 700 informático pueden combinarse entre sí. Además, en algunos modos de realización, una o más funciones del dispositivo 700 informático pueden dividirse en una o más partes componentes.
- 20 Por ejemplo, en algunos modos de realización, el dispositivo 700 informático puede implementarse como uno o más servidores que pueden configurarse para comunicarse a través de Internet y que pueden estar ubicados en el mismo lugar o distribuidos geográficamente, como se mencionó anteriormente con referencia a la figura 2.
- 25 Se debe entender que un sistema de computación en la nube puede estar compuesto por cualquier número de dispositivos 700 informáticos que tengan al menos una de las funciones mencionadas anteriormente. El sistema de computación en la nube puede ser un sistema privado o público. Los dispositivos 700 informáticos pueden comunicarse entre sí a través de cualquier sistema de comunicación o red. Es decir, el sistema de computación en la nube puede soportar una sola nube o servicio o cualquier número de nubes o servicios discretos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias durante un período de tiempo en respuesta a una variable limitada en el tiempo, que comprende:

5 un dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada configurado para proporcionar energía a o recibir energía de un consumidor (108) eléctrico, un productor (108) y/o una red (114) eléctrica;

10 un enlace (104) de flujo bilateral conectado de forma operativa al dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada y configurado para controlar una dirección y una magnitud ajustable de un flujo de energía desde o hacia el dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada, la magnitud de energía que es ajustable dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía hacia el dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada (un límite de flujo de entrada) y un flujo máximo posible de energía desde el dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada (un límite de flujo de salida);

15 un dispositivo (106) de control conectado de forma operativa al enlace (104) de flujo bilateral y configurado para calcular la energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red (114) eléctrica basándose en la cantidad de energía proporcionada o recibida del dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace (104) de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor eléctrico y/o el productor (108), y además, está configurado para calcular la energía (O) medida neta óptima basándose en la diferencia de nivel entre el nivel de llenado inicial del dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada a lo largo del tiempo, la diferencia de nivel que se determina a partir de una optimización a largo plazo del nivel de llenado promedio del dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada y se utiliza para compensar la desviación del nivel de llenado promedio del dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada a lo largo del tiempo; y

25 un dispositivo (112) de medición de flujo de energía bidireccional conectado de forma operativa al dispositivo (106) de control y al enlace (104) de flujo bilateral,

30 en donde el dispositivo (106) de control está configurado para controlar la dirección y ajustar la magnitud del flujo de energía desde o hacia el dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace (104) de flujo bilateral en respuesta a la energía (O) medida neta óptima y la variable limitada en el tiempo, basándose la variable limitada en el tiempo en

(a) un nivel de llenado del dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada resultante de una tasa de flujo de entrada al dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo o una tasa de flujo de salida desde el dispositivo (102) de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo y

35 (b) una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor eléctrico y/o el productor (108), y

en donde la cantidad de energía recibida o proporcionada a la red (114) eléctrica se mide mediante el dispositivo (112) de medición de flujo de energía bidireccional.

40 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo de control está configurado además para:

identificar un espacio de búsqueda multidimensional dentro del cual se pueda encontrar la energía (O) medida neta óptima durante un período de tiempo identificado; y

45 reducir el espacio de búsqueda multidimensional a un primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en una tasa máxima de flujo de entrada o una tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el dispositivo de control está configurado además para:

50 identificar un subespacio (H*) dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima, de modo que se cumplan el nivel de llenado inicial y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada, el subespacio (H*) que está dentro del espacio de búsqueda multidimensional; y

reducir el espacio de búsqueda multidimensional a un segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en la tasa máxima de flujo de entrada o la tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral y el nivel de llenado inicial y

el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada, el segundo espacio de búsqueda reducido que es una intersección entre el subespacio (H^*) y el primer espacio (C^*) de búsqueda reducido dentro del espacio de búsqueda multidimensional.

- 5 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el dispositivo de control está configurado además para reducir el segundo espacio (CH^*) de búsqueda reducido a un tercer espacio (CH^{**}) de búsqueda reducido basándose en una capacidad limitada del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada.
5. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de control determina además la diferencia de nivel basándose en las pérdidas que sufrirá el sistema.
- 10 6. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada es una batería.
7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el enlace de flujo bilateral comprende un convertidor bidireccional y un cargador, el convertidor bidireccional y el cargador que están conectados de forma operativa al dispositivo de control.
- 15 8. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional es un contador eléctrico bidireccional.
9. Un método para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias en respuesta a una variable limitada en el tiempo en un sistema, el sistema que comprende:

un dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada configurado para proporcionar energía a o recibir energía de un consumidor eléctrico, un productor y/o una red eléctrica;

20 un enlace de flujo bilateral conectado de forma operativa al dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada y configurado para controlar una dirección y una magnitud ajustable de un flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada, la magnitud de energía que es ajustable dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada (un límite de flujo de entrada) y un flujo
25 máximo posible de energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada (un límite de flujo de salida);

un dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional conectado de forma operativa al enlace de flujo bilateral; y

un dispositivo de control conectado de forma operativa al enlace de flujo bilateral y al dispositivo de medición
30 de flujo de energía bidireccional, el método que comprende:

calcular, mediante el dispositivo de control, una energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica basándose en una cantidad de energía proporcionada o recibida del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor eléctrico y/o el productor, y además calcular la energía
35 (O) medida neta óptima basándose en una diferencia de nivel entre un nivel de llenado inicial del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo, la diferencia de nivel que se determina basándose en una optimización a largo plazo del nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada y que se utiliza para compensar una deriva de un nivel de
40 llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo; y

controlar, mediante el dispositivo de control, la dirección y la magnitud ajustable del flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace de flujo bilateral en respuesta a la energía (O) medida neta óptima y la variable limitada en el tiempo, la variable limitada en el
45 tiempo que se basa en (a) el nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada resultante de una tasa de flujo de entrada al dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo o una tasa de flujo de salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo y (b) una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor eléctrico y/o el productor.
- 50 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la etapa de calcular la energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica comprende:

identificar, mediante el dispositivo de control, un espacio de búsqueda multidimensional dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima durante un período de tiempo identificado; y

reducir, mediante el dispositivo de control, el espacio de búsqueda multidimensional a un primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en una tasa máxima de flujo de entrada o una tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral.

- 5 11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la etapa de calcular la energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica comprende además:

identificar, mediante el dispositivo de control, un subespacio (H*) dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima, de modo que se cumplan el nivel de llenado inicial y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada, el subespacio (H*) que está dentro del espacio de búsqueda multidimensional; y

reducir, mediante el dispositivo de control, el espacio de búsqueda multidimensional a un segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido dentro del cual se puede encontrar la energía (O) medida neta óptima basándose en la tasa máxima de flujo de entrada o la tasa máxima de flujo de salida controlable a través del enlace de flujo bilateral y el nivel de llenado inicial y el nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada, el segundo espacio de búsqueda reducido que es una intersección entre el subespacio (H*) y el primer espacio (C*) de búsqueda reducido dentro del espacio de búsqueda multidimensional.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la etapa de calcular la energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica comprende además reducir el segundo espacio (CH*) de búsqueda reducido a un tercer espacio (CH**) de búsqueda reducido basándose en una capacidad limitada del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada.

13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, que comprende además determinar la diferencia de nivel basándose en las pérdidas que sufrirá el sistema.

14. Un sistema para maximizar de forma adaptativa los ahorros de costes o las ganancias durante un período de tiempo en respuesta a una variable limitada en el tiempo, que comprende:

un dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada configurado para proporcionar energía a o recibir energía de un consumidor eléctrico, un productor y/o una red eléctrica;

un enlace de flujo bilateral conectado al dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada y configurado para controlar una dirección y una magnitud ajustable de un flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada, la magnitud ajustable de la energía que está dentro de un rango operativo que comprende un flujo máximo posible de energía hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada (un límite de flujo de entrada) y un flujo máximo posible de energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada (un límite de flujo de salida); y

un dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional conectado de forma operativa al enlace de flujo bilateral,

en donde la dirección y la magnitud ajustable del flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace de flujo bilateral se controla en respuesta a la variable limitada en el tiempo utilizada para maximizar de manera adaptativa los ahorros de costes o las ganancias y una energía (O) medida neta óptima que se recibirá o proporcionará a la red eléctrica, y

en donde la dirección y la magnitud ajustable del flujo de energía desde o hacia el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace de flujo bilateral se controlan durante un período de tiempo en respuesta a un nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace de flujo bilateral basándose en una diferencia de nivel entre un nivel de llenado inicial y un nivel de llenado final objetivo del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo, la diferencia de nivel que se determina basándose en una optimización a largo plazo del nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada y utilizándose para compensar una deriva de un nivel de llenado promedio del dispositivo de almacenamiento de energía durante el período de tiempo, y

en donde la variable limitada en el tiempo se basa en (a) el nivel de llenado del dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada resultante de una tasa de flujo de entrada al dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada o una tasa de flujo de salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada durante el período de tiempo y (b) una cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor eléctrico y/o el productor, y

en donde la energía (O) medida neta óptima se calcula basándose en una cantidad de energía proporcionada o recibida desde el dispositivo de almacenamiento de energía de capacidad limitada a través del enlace de flujo bilateral y la cantidad estimada de energía requerida o proporcionada por el consumidor y/o productor eléctrico, la cantidad de energía recibida o proporcionada a la red eléctrica que es medida por el dispositivo de medición de flujo de energía bidireccional.

5

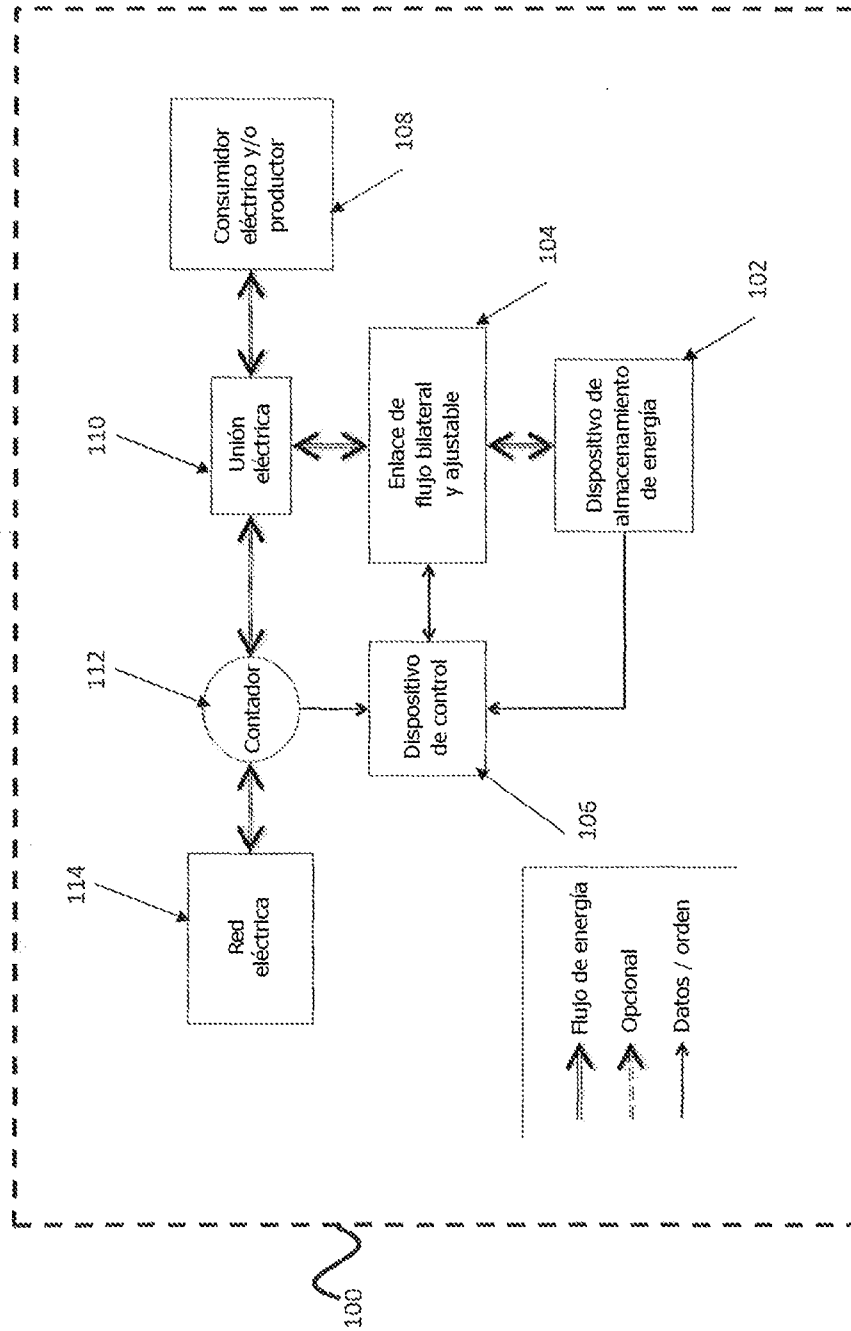


FIGURA 1

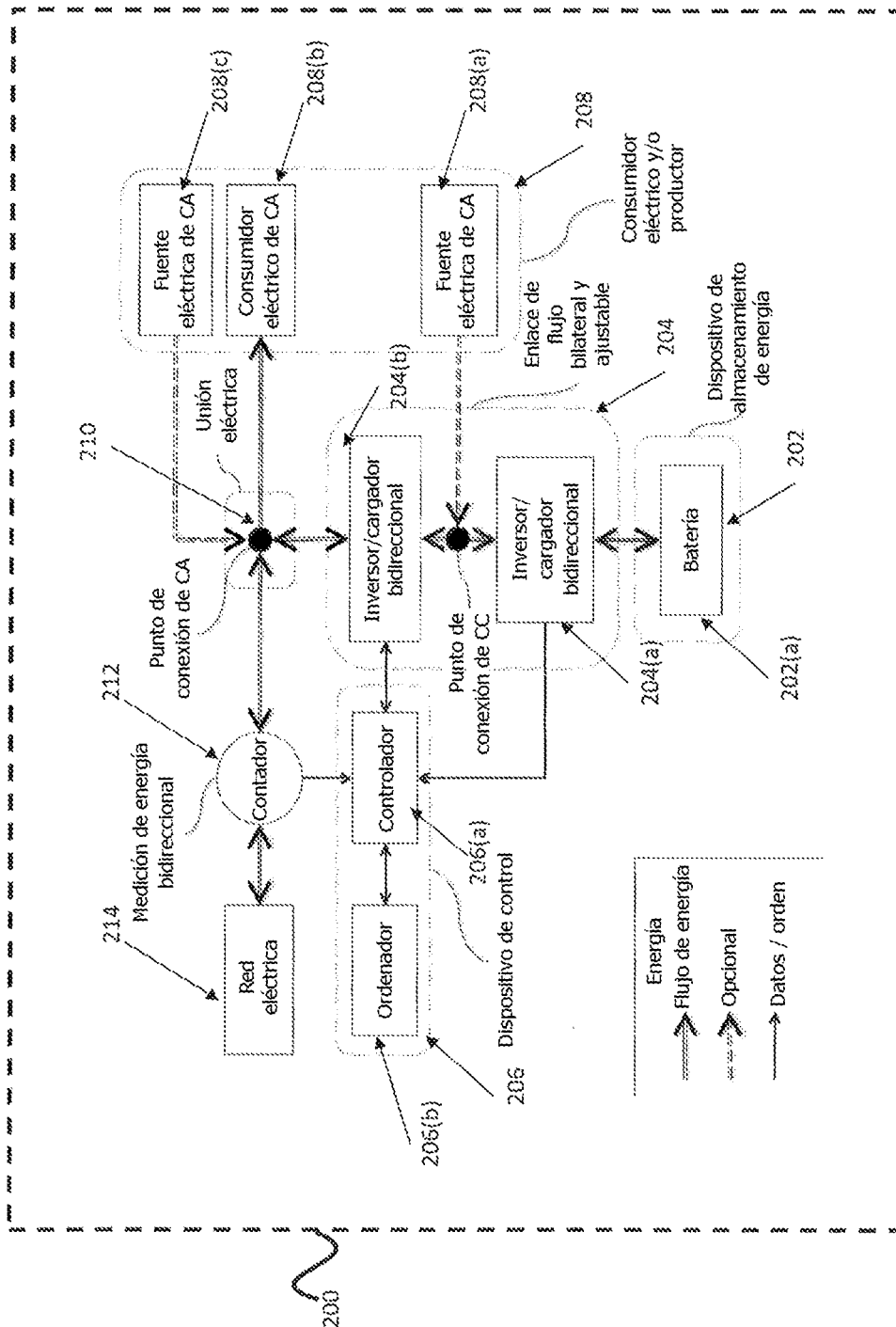


FIGURA 2

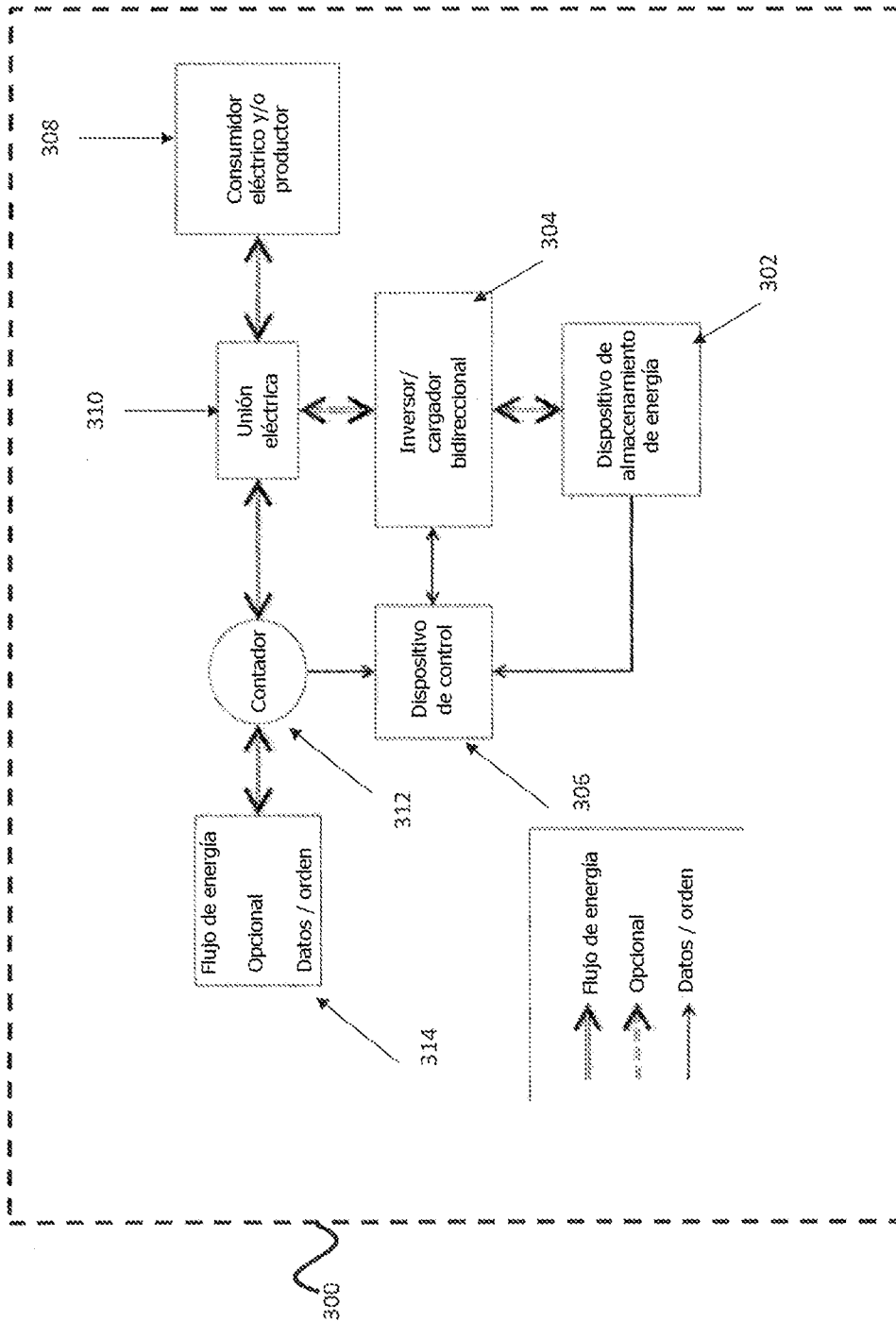


FIGURA 3

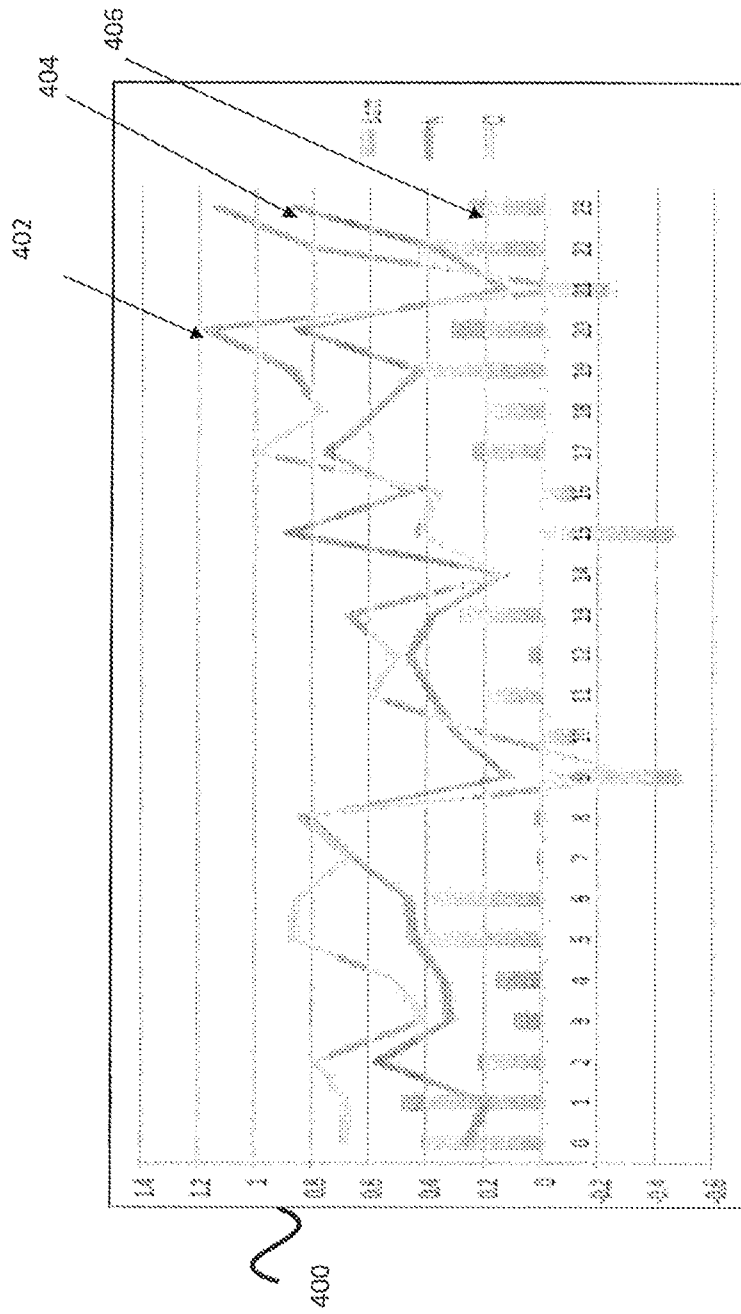


FIGURA 4

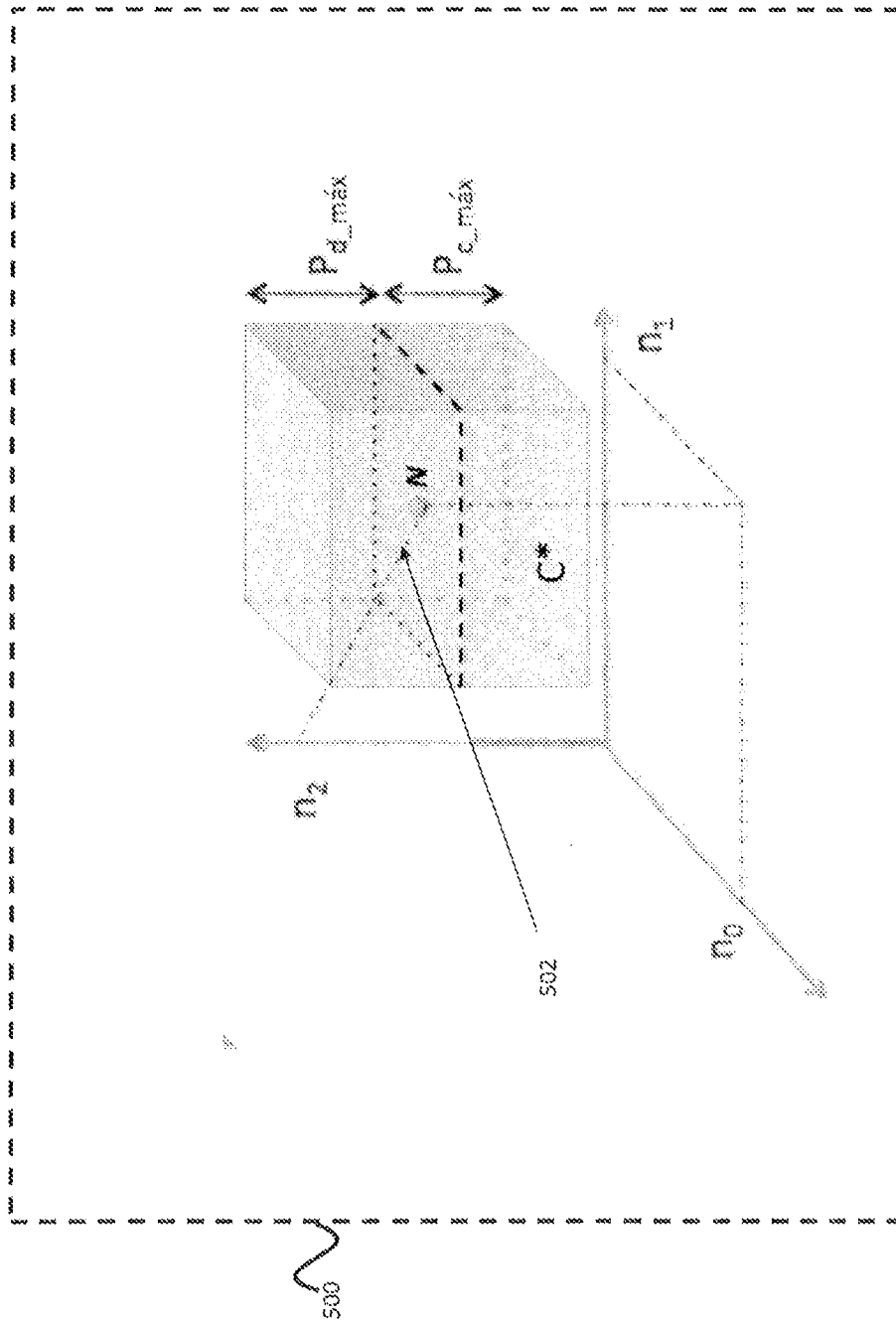


FIGURA 5

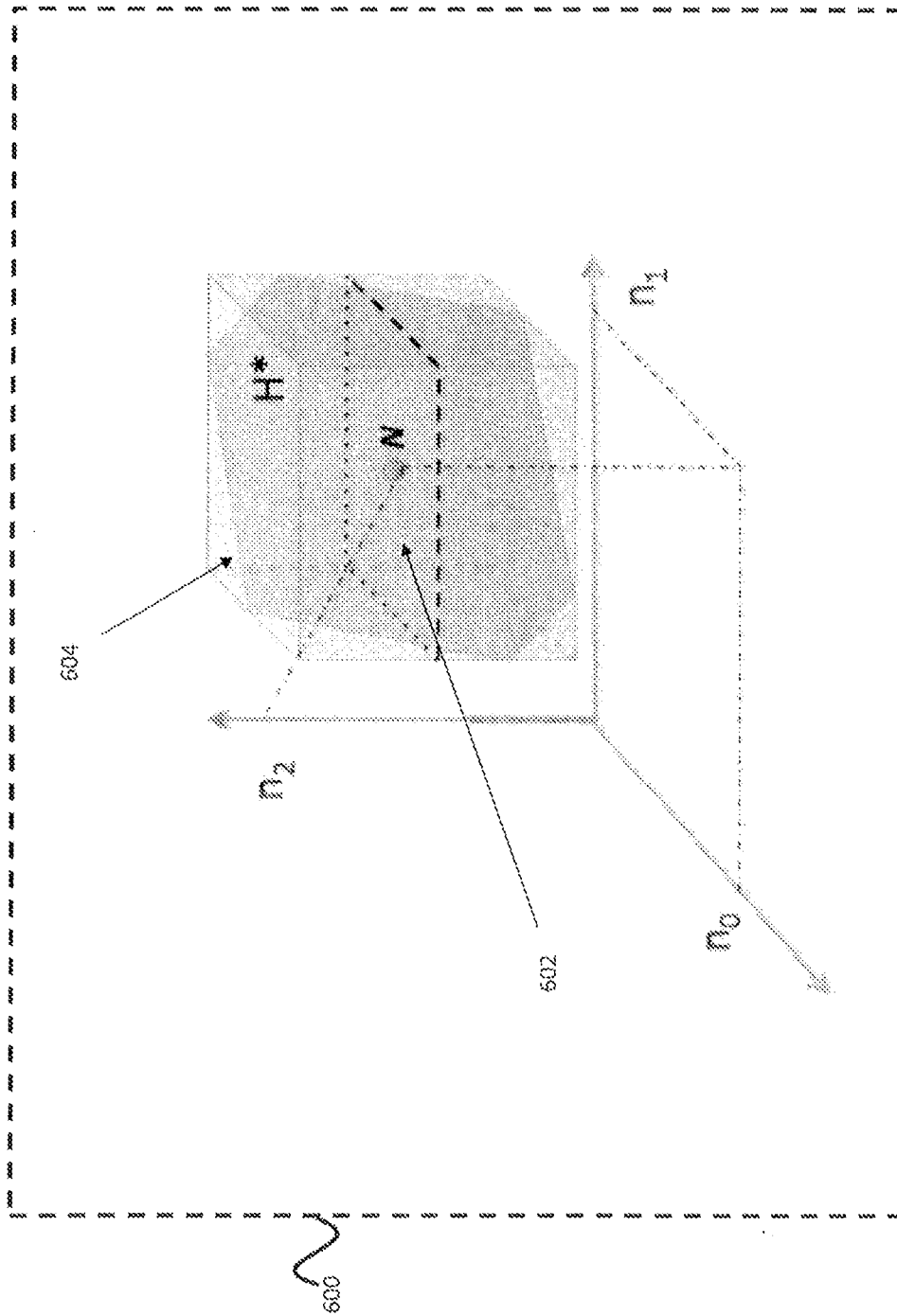


FIGURA 6

