

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 445 921**

(51) Int. Cl.:

**G01R 21/133** (2006.01)  
**H02J 3/04** (2006.01)  
**H02J 3/06** (2006.01)  
**H02J 3/14** (2006.01)  
**H02J 3/18** (2006.01)  
**H02J 13/00** (2006.01)  
**G06Q 10/06** (2012.01)  
**G06Q 50/06** (2012.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2012 E 12161124 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013 EP 2503344**

(54) Título: **Gestión de consumo de energía**

(30) Prioridad:

**24.03.2011 GB 201104986**

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

**06.03.2014**

(73) Titular/es:

**REACTIVE TECHNOLOGIES LIMITED (100.0%)**  
9400 Garsington Road, Oxford Business Park  
Oxford, OX4 2HN, GB

(72) Inventor/es:

**BORRETT, MARC y  
HUOMO, HEIKKI**

(74) Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 445 921 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Gestión de consumo de energía

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a la gestión de consumo de energía en una red de distribución de electricidad. En particular, pero no exclusivamente, se refiere a la gestión de consumo y provisión de energía mediante grupos de dispositivos eléctricos conectados a la red.

10 **Antecedentes de la invención**

El suministro de electricidad desde generadores de potencia tales como estaciones de potencia, a los consumidores, tales como hogares y negocios, tiene lugar típicamente por mediación de una red de distribución de electricidad. La figura 1 muestra una red de distribución exemplar que comprende una red 100 de transmisión y una red 102 de distribución. La red de transmisión es conectada a plantas generadoras 104, que pueden ser plantas nucleares o plantas de gas, por ejemplo, desde las que se transmiten grandes cantidades de energía eléctrica a voltajes muy altos (en el Reino Unido, por ejemplo, es típicamente del orden de 204 kV; sin embargo esto varía por país), usando líneas de potencia tales como líneas de potencia elevadas, a la red 102 de distribución; sin embargo, por concisión, solo una red 102 de distribución se muestra aquí, en la práctica una red de transmisión típica suministra potencia a múltiples redes de distribución. La red 100 de transmisión es conectada a la red 102 de distribución por mediación de un nodo 106 de transformador, que incluye un transformador 106 que convierte el suministro eléctrico a un voltaje inferior (en el Reino Unido, por ejemplo, es típicamente del orden de 50 kV; sin embargo, esto varía por país) para distribución en la red 102 de distribución. La red de distribución a su vez se conecta, por mediación de subestaciones 108 que comprenden transformadores adicionales para convertir a voltajes todavía más bajos, a redes locales tales como una red 112 de ciudad que suministra a usuarios domésticos 114, y a consumidores industriales tal como una fábrica 110. Generadores de potencia más pequeños tales como granjas 116 de viento también pueden ser conectados a la red 102 de distribución, y proporcionar potencia a esta.

30 El consumo de potencia total asociado con una red dada varía considerablemente de vez en cuando; por ejemplo, pueden darse períodos de consumo máximos durante la parte más caliente del día durante el verano, cuando muchos consumidores usan sus unidades de aire acondicionado. Puesto que es caro almacenar electricidad en grandes cantidades, es generada usualmente cuando se requiere, lo que puede suponer una carga en los generadores de potencia cuando intentan encontrar demanda en tiempos máximos. Adicionalmente, en estos 35 últimos años, una proporción mayor de electricidad está siendo generada mediante formas de energía renovables intermitentes, tales como potencia solar o eólica, cuya habilidad para generar potencia depende de las condiciones medioambientales que son difíciles de predecir y están más allá del control del operador del generador de potencia. También puede haber una variación considerable en la demanda para energía eléctrica entre diferentes áreas geográficas; puede ser difícil suministrar la cantidad requerida de energía eléctrica a áreas de gran demanda, 40 conocidas como "puntos calientes", resultando en cortes de potencia potenciales en estas áreas, y/o una distribución ineficiente de recurso de red.

45 En consecuencia, hay una demanda incrementada para modos más eficientes de gestionar el consumo de energía en redes eléctricas. Los enfoques de este problema que han incluido proporcionar a los usuarios tarifas y otra información, con el usuario siendo requerido que monitorice una tarifa de energía en por ejemplo un medidor inteligente, y responder a señales de precio desde un suministrador de electricidad. Sin embargo, esto supone una carga considerable al usuario que realiza la monitorización. Otros enfoques han incluido métodos de monitorizar remotamente dispositivos de en la red en una localización central y enviar órdenes para inhabilitar los dispositivos durante momentos de gran demanda. Sin embargo, este enfoque puede causar una inconveniencia 50 considerable a los usuarios, que pueden ser incapaces de usar sus dispositivos durante extensos períodos de tiempo.

55 El documento US 2009/043519 describe métodos/sistemas de agregación de potencia en los que un servidor de control de flujo puede controlar fuentes eléctricas, tales como vehículos eléctricos, para cargar o descargar a diferentes horas.

Es un objeto de la presente invención al menos mitigar algunos de los problemas de la técnica anterior.

60 **Sumario de la invención**

65 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de controlar el consumo de energía eléctrica en una red de distribución de electricidad, suministrando la red de distribución de electricidad energía eléctrica a un área geográfica, estando distribuidos una pluralidad de dispositivos eléctricos en dicha área geográfica, en el que cada uno de los dispositivos eléctricos es conectable a la red de distribución de electricidad para consumir energía eléctrica proporcionada desde ella, incrementando así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, y/o para proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de

electricidad, disminuyendo así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, comprendiendo el método:

- 5 mantener una base de datos de dispositivo que comprende información de perfil que se refiere a dichos dispositivos eléctricos en dicha área geográfica;
- 10 identificar un periodo de tiempo futuro durante el cual el consumo de energía eléctrica suministrada por la red de distribución de electricidad ha de ser controlado;
- 15 10 seleccionar, en base a dicha información de perfil, una pluralidad de grupos de dichos dispositivos eléctricos localizados en dicha área geográfica, comprendiendo cada grupo una pluralidad de dichos dispositivos eléctricos;
- 20 dividir dicho periodo de tiempo futuro en una pluralidad de intervalos de tiempo, siendo cada uno de dichos intervalos de tiempo un intervalo de tiempo de dicho periodo de tiempo futuro durante el cual el consumo de energía neto de un grupo asociado ha de ser controlado;
- 25 asociar uno o más de la pluralidad de intervalos de tiempo con cada uno de los grupos seleccionados, siendo uno o más intervalos de tiempo asociados con un grupo seleccionado dado diferente a uno o más intervalos de tiempo asociados con los otros grupos seleccionados; y
- 30 20 enviar una o más peticiones, para recepción en los dispositivos eléctricos de los grupos seleccionados, para controlar el consumo y/o la provisión de energía eléctrica mediante los dispositivos eléctricos, reduciendo así un consumo neto de energía eléctrica en dicha área geográfica, durante un intervalo de tiempo asociado respectivo.
- 35 25 En algunas realizaciones, para al menos uno de los grupos seleccionados, una o más peticiones resultan en una reducción de consumo de energía eléctrica asociada con al menos dicho grupo.
- 40 30 En algunas realizaciones, para al menos uno de los grupos seleccionados, una o más peticiones resultan en un incremento de provisión de energía eléctrica asociada con al menos dicho grupo.
- 45 35 Controlando el consumo de energía en diferentes grupos de dispositivos eléctricos en horas diferentes, un nodo de control en una red de distribución puede reducir el consumo de energía neto en el periodo de tiempo dado. Dividiendo el periodo de tiempo en diferentes intervalos de tiempo y controlando diferentes grupos en cada intervalo de tiempo, una reducción neta en el consumo de energía puede ser lograda sin causar inconveniencia significativa a ningún usuario individual de un dispositivo eléctrico o a usuarios de cualquier grupo de dispositivos. Además, controlando diferentes grupos en cada intervalo de tiempo, el consumo de energía puede ser conformado de manera que hay menos variación en la energía eléctrica general consumida en la red de distribución en diferentes períodos de tiempo. Los grupos, y el control de estos, pueden ser coordinados para controlar los patrones de consumo de energía hasta cierto punto que no sería posible controlando dispositivos individuales de forma descoordinada.
- 50 40 En algunas realizaciones, el método comprende reducir una cantidad de energía eléctrica consumida por el dispositivo eléctrico, en el caso de un dispositivo eléctrico dispuesto para consumir energía eléctrica, e incrementar una cantidad de energía eléctrica proporcionada por el dispositivo eléctrico, en el caso de un dispositivo eléctrico dispuesto para proporcionar energía eléctrica, durante el intervalo de tiempo asociado.
- 55 45 En algunas realizaciones, el método comprende desconectar los dispositivos eléctricos dispuestos para consumir energía eléctrica y conectar los dispositivos eléctricos dispuestos para proporcionar energía eléctrica durante el intervalo de tiempo asociado.
- 60 50 En algunas realizaciones, uno o más dispositivos eléctricos seleccionados comprenden un generador de energía eléctrica, y una o más peticiones resultan en un incremento en la generación de energía eléctrica mediante el generador de energía eléctrica.
- 65 55 En algunas realizaciones, uno o más intervalos de tiempo asociados son dispuestos de manera que el grupo cuyo consumo de energía neto es reducido es variado secuencialmente durante dicho futuro periodo de tiempo.
- 60 60 En algunas realizaciones, la información de perfil para dicho dispositivo eléctrico dado se refiere a una disponibilidad para el control de dado dispositivo eléctrico, y la adjudicación del dispositivo eléctrico dado es realizada en base a si dado dispositivo eléctrico está disponible para el control durante dicho intervalo de tiempo dado.
- 65 65 En algunas realizaciones, la información de perfil comprende información de recuperación de energía que se refiere a una propiedad de recuperación de energía de al menos algunos de dichos dispositivos eléctricos, y dicha selección de una pluralidad de grupos se realiza en base a la información de recuperación de energía.
- 65 70 En algunas realizaciones, la información de perfil comprende información de propiedad que se refiere al menos a algunos de dichos dispositivos eléctricos, y dicha selección de una pluralidad de grupos es realizada en base a la

información de propiedad.

En algunas realizaciones, la información de perfil comprende información de característica de funcionamiento que se refiere al menos a algunos de dichos dispositivos eléctricos, y dicha selección de una pluralidad de grupos es realizada en base a la información de característica de funcionamiento.

En algunas realizaciones, la información de perfil comprende información que se refiere al tipo de dispositivo de al menos algunos de dichos dispositivos eléctricos, y dicha selección de una pluralidad de grupos es realizada en base a la información de tipo de dispositivo.

En algunas realizaciones, la información de perfil incluye una indicación de si un dispositivo eléctrico dado es dispuesto para consumir energía eléctrica o si el dispositivo eléctrico dado es dispuesto para proporcionar energía eléctrica.

En algunas realizaciones, la información de perfil comprende indicadores de cantidad de energía que indican una cantidad de consumo y/o provisión de energía asociada con los dispositivos eléctricos, y el método comprende:

identificar una cantidad neta de consumo de energía para ser reducida durante dicho periodo de tiempo futuro; y adjudicar dispositivos eléctricos a grupos en base a los indicadores de cantidad de energía.

En algunas realizaciones, la información de perfil comprende indicadores de localización que indican una localización de un dispositivo eléctrico dado, y el método comprende:

identificar un área dada en la que el consumo de energía eléctrica ha de ser controlado, siendo el área dada un área de dicha área geográfica suministrada por la red de distribución de electricidad; y

seleccionar, en base a dichos indicadores de localización, una pluralidad de dichos grupos de dichos dispositivos eléctricos localizados en dicha área geográfica.

En algunas realizaciones, el método comprende mantener dicha base de datos de dispositivo en un nodo de control asociado con el área dada.

En algunas realizaciones, el método comprende enviar una o más peticiones desde dicho nodo de control.

En algunas realizaciones, la base de datos de dispositivo comprende identificadores de dispositivo que identifican dispositivos eléctricos localizados en dicha área dada. En algunas realizaciones, el método comprende usar los identificadores de dispositivo para monitorizar, en el nodo de control, los patrones de consumo y/o provisión de energía eléctrica de los dispositivos eléctricos, para compilar información estadística que se refiere a patrones de consumo/provisión de energía eléctrica asociados con dispositivos eléctricos; y adjudicar dispositivos eléctricos a grupos en base a la información estadística. Proporcionando información estadística de vuelta al nodo central para cada dispositivo eléctrico identificable, un modelo estadístico exacto y actualizado del comportamiento de todos los dispositivos eléctricos que funcionan en la red de distribución eléctrica puede ser mantenido, mejorando así la fiabilidad, y efectividad de decisiones hechas por nodos de control.

En algunas realizaciones, el nodo de control es dispuesto para comunicarse con un nodo central, comprendiendo el nodo central una base de datos de usuario, identificando la base de datos de usuario un usuario asociado con cada uno de los dispositivos eléctricos. La base de datos de dispositivo puede ser dispuesta para almacenar identificadores adicionales, diferentes a dichos identificadores de dispositivo, identificando cada uno de los identificadores adicionales un dispositivo eléctrico correspondiente, comprendiendo la base de datos de usuario dichos identificadores adicionales. Estas características permiten a los datos que se refieren a dispositivos individuales ser compartidos entre la base de datos de usuario y la base de datos de dispositivo, de manera que por ejemplo los cambios hechos en la base de datos de usuario puedan ser reflejados en la base de datos de dispositivo, sin ninguna necesidad de que los datos personales que se refieren al usuario sean almacenados localmente en un nodo de control.

En algunas realizaciones, el método comprende variar los identificadores adicionales. Esto puede ser hecho por ejemplo a diario y proporciona un grado incrementado de anonimato para los usuarios.

En algunas realizaciones, la pluralidad de dispositivos eléctricos es distribuida entre una pluralidad de premisas en dicha área geográfica. Cada pluralidad de premisas puede ser conectada a la red de distribución de electricidad por mediación de un alimentador de distribución.

En algunas realizaciones, el método comprende enviar una o más de dichas peticiones para la recepción en dispositivos eléctricos por mediación de una entrada en un sistema de gestión de energía asociado con dicha premisa dada, dicho sistema de gestión de energía dispuesto para controlar el consumo y/o la provisión de energía eléctrica mediante dispositivos eléctricos en las premisas dadas de acuerdo con reglas definidas para controlar

dispositivos asociados con la entrada.

En algunas realizaciones, el método comprende determinar, en la entrada, si pasar las peticiones al dispositivo eléctrico en base a una determinación de si las peticiones son compatibles con las reglas definidas.

5 En algunas realizaciones, el método comprende almacenar una o más de dichas peticiones para ejecución en una o más veces predeterminadas.

10 En algunas realizaciones, el método comprende actualizar la base de datos de dispositivo cuando una o más de las peticiones no es compatible con dichas reglas definidas.

En algunas realizaciones, el método comprende:

15 adjudicar dispositivos eléctricos para generar una pluralidad de modelos en base a dicha información de perfil;

evaluar la pluralidad de modelos frente a uno o más criterios de gestión de energía;

determinar una o más características de un modelo preferido en base a dicha evaluación; y

20 realizar dicha selección de grupos al menos parcialmente en base a las características determinadas.

En algunas realizaciones, la determinación comprende interpolar y/o extrapolar dicha pluralidad generada de modelos para determinar dicha característica o más.

25 En algunas realizaciones, los criterios de gestión de energía incluyen datos financieros, los datos financieros que se refieren al menos a uno de un valor de mercado de energía eléctrica dependiente de tiempo, un servicio de gestión de balance y un servicio de gestión de restricción.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, está provisto un nodo de control para controlar el consumo de energía eléctrica en una red de distribución de electricidad, la red de distribución de electricidad que suministra la energía eléctrica a una área geográfica, una pluralidad de dispositivos eléctricos siendo distribuidos en dicha área geográfica, en la que cada uno de los dispositivos eléctricos es conectable a la red de distribución de electricidad para consumir energía eléctrica proporcionada desde esta, incrementando así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, y/o para proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad, disminuyendo así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, comprendiendo el nodo de control:

40 - un medio de comunicaciones, siendo el medio de comunicaciones para enviar peticiones para la recepción a los dispositivos eléctricos, y para comunicar con un nodo central, el nodo central comprendiendo una base de datos de dispositivo dispuesta para almacenar información de perfil que se refiere a cada uno de los dispositivos eléctricos;

- medios de entrada dispuestos para recibir una indicación de un periodo de tiempo futuro durante el que, el consumo de energía eléctrica en la red de distribución de electricidad ha de ser controlado; y

45 - medios de procesamiento dispuestos para:

seleccionar, en base a dicha información de perfil, una pluralidad de grupos de dichos dispositivos eléctricos, cada grupo comprendiendo una pluralidad de dichos dispositivos eléctricos;

50 dividir dicho periodo de tiempo futuro en una pluralidad de intervalos de tiempo, siendo cada intervalo de tiempo un intervalo de tiempo de dicho periodo de tiempo futuro cuyo consumo de energía eléctrica neto de un grupo asociado ha de ser controlado;

55 asociar una o más de las pluralidades de intervalos de tiempo con cada uno de los grupos seleccionados, siendo uno o más intervalos de tiempo asociados con un grupo seleccionado dado diferente a uno o más intervalos de tiempo asociados con los otros grupos seleccionados; y

60 enviar una o más peticiones, por mediación de los medios de comunicaciones, para recepción en los dispositivos eléctricos de los grupos seleccionados, para controlar el consumo y/o la provisión de energía eléctrica mediante dispositivos eléctricos, reduciendo así un consumo neto de energía eléctrica en dicha área geográfica, durante un intervalo de tiempo asociado respectivo.

65 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, es provisto un sistema que controla el consumo de energía eléctrica en una red de distribución de electricidad, la red de distribución de electricidad suministrando energía eléctrica a un área geográfica, una pluralidad de dispositivos eléctricos siendo distribuida en dicha área geográfica, en la que cada uno de los dispositivos eléctricos es conectable a la red de distribución de electricidad

para consumir energía eléctrica proporcionada desde esta, incrementando así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, y/o para proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad, disminuyendo así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, comprendiendo el sistema:

- 5 una pluralidad de nodos de control, cada uno de los cuales es asociado con un área diferente del área geográfica; y dicho nodo central.
- 10 En algunas realizaciones, los dispositivos eléctricos cuya información de perfil es almacenada en la base de datos de dispositivo están asociados con cuentas de usuario diferentes, y el nodo central comprende una interfaz de usuario para que dicho usuario acceda a dicha cuenta y para alterar información almacenada en la base de datos de dispositivo. Esta característica permite a los usuarios modificar características de funcionamiento deseadas de los dispositivos eléctricos que poseen en tiempo real, para evitar el sistema que restringe el uso de dispositivos inconvenienteamente.
- 15 Características y ventajas adicionales de la invención serán aparentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones preferidas de la invención, dada a modo de ejemplo sólo, que se hace en referencia a los dibujos adjuntos.

20 **Breve descripción de los dibujos**

- La figura 1 muestra una red de distribución de electricidad de técnica anterior;
- 25 la figura 2 muestra un sistema que comprende un nodo central, una pluralidad de nodos de control y una pluralidad de dispositivos eléctricos, para implementar una realización de la presente invención;
- la figura 3 muestra un dispositivo eléctrico exemplar y una unidad de control de dispositivo eléctrico de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 30 la figura 4 muestra un nodo central exemplar de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 5 muestra una base de datos de usuario exemplar de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 6 muestra un nodo de control de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 35 la figura 7 muestra una base de datos de dispositivo exemplar de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso para controlar el consumo de energía en una red de distribución de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 40 la figura 9 muestra patrones de consumo de energía neto de grupos de dispositivos eléctricos bajo el control de un nodo de control de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 10 es un gráfico que muestra un ejemplo de consumo de energía siendo offset de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 45 la figura 11a muestra el consumo de energía de un grupo de ejemplo de dispositivos eléctricos bajo el control de un nodo de control de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 11b es un gráfico que muestra los patrones de consumo de energía de múltiples grupos que son controlados de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 50 la figura 12a muestra un patrón de consumo de energía agregado de múltiples grupos de dispositivos eléctricos siendo controlados para formar un grupo de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 12b muestra patrones de consumo de energía de grupos de dispositivos eléctricos para uso en una realización de la presente invención;
- 55 la figura 13 muestra un perfil de recuperación de energía de un dispositivo eléctrico para uso en realizaciones de la presente invención;
- la figura 14a muestra un sistema en el que las interfaces de nodo de control con un sistema de gestión de energía de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 60 la figura 14b muestra un gestor de interfaz de acuerdo con una realización de la presente invención.

**Descripción detallada de la invención**

5 La figura 2 ilustra una red de distribución de electricidad en la que una realización de la presente invención puede ser implementada. La red comprende un nodo central 200 conectado a uno o más nodos 202 de control que cada uno cubre un área geográfica, por ejemplo, un país, región, estado, código postal, o región de mercado de electricidad, o cualquier otra área que comprenda premisas de usuario múltiples (es decir, múltiples residencias o sitios de trabajo). Cada uno de los dispositivos eléctricos 208a a 2081 consume y/o proporciona energía eléctrica. Ejemplos de dispositivos eléctricos 208 que consumen energía eléctrica incluyen aparatos domésticos como calentadores de agua eléctricos, unidades de aire acondicionado y lavadoras, así como dispositivos industriales, tal como maquinaria industrial. Ejemplos de proveedores de energía eléctrica incluyen generadores de energía eléctrica tales como paneles solares y turbinas de viento, y dispositivos de almacenamiento de electricidad tales como baterías. También otros dispositivos eléctricos 208 pueden consumir energía eléctrica a veces pero la proporcionan otras, tal como vehículos eléctricos personales (PEV); los PEV tienen típicamente la capacidad de almacenar una gran cantidad de electricidad, y pueden estar conectados a la red de electricidad cuando están inmóviles, permitiéndoles ser usados como una fuente de potencia para la red en ocasiones de gran demanda, con electricidad almacenada en la batería del PEV siendo alimentada siendo proporcionada a la red tales ocasiones.

10 20 El término "dispositivo eléctrico" se usa aquí para incluir aparatos o dispositivos individuales, así como colecciones de tales aparatos y dispositivos, tales como premisas de negocios o casa. Cada dispositivo eléctrico 208a a 2081 es registrado en un esquema de control, en el que el dueño del dispositivo da permiso al operador de esquema de control para controlar la transferencia de energía a/desde el dispositivo eléctrico 208a a 2081.

15 25 Aunque, por motivos de simplicidad, solo doce dispositivos eléctricos 208a a 2081 se muestran en la figura 2, se entenderá que, en la práctica, la red comprenderá típicamente muchos cientos o miles de tales dispositivos.

30 Cada dispositivo eléctrico registrado 208a a 2081 tiene una unidad 210a a 2101 de control de dispositivo eléctrico asociada que controla la transferencia (es decir, provisión y/o consumo) de energía a/desde el dispositivo eléctrico 208a a 2081. La figura 3 muestra una disposición exemplar de un dispositivo eléctrico 208 y una unidad 210 de control de dispositivo eléctrico. La unidad 210 de control de dispositivo eléctrico incluye un elemento 304 de control para reducir/incrementar el consumo/provisión de energía del dispositivo eléctrico 208 a/desde la red 102 de distribución de electricidad, así como un dispositivo de medida en la forma de un medidor inteligente 302. La red 102 de distribución y/o cualquier medio eléctrico o electrónico que permite sistemas de control funcionales de un dispositivo eléctrico que alteren el consumo/provisión eléctrica mediante el dispositivo eléctrico 208 (por ejemplo, un termostato o sensor de humedad, sensor de iluminación, sensor de presión y sensor de infrarrojos, etc.). La unidad 210 de control de dispositivo eléctrico es dispuesta para recibir instrucciones desde, y enviar medidas de medidor a, el nodo 202 de control por mediación de una interfaz 306 de comunicaciones. La unidad 210 de control de dispositivo eléctrico comprende un procesador 308 dispuesto para controlar las funciones del medidor inteligente 302, el elemento 304 de control, y la interfaz 306 de comunicaciones. Aunque, la unidad 210 de control de dispositivo eléctrico es aquí mostrada como un dispositivo separado de los dispositivos eléctricos 208, en algunas realizaciones, las unidades 210 de control de dispositivo eléctrico son integrales a los dispositivos eléctricos 208.

35 40 45 Los componentes exemplares de un nodo central 200 se muestran en la figura 4. El nodo central 200 comprende un reloj 402, un medio de procesamiento en forma de un procesador 404, una base 406 de datos de usuario, un medio de comunicaciones en forma de una interfaz 408 de comunicaciones, y un medio de salida en forma de un interfaz 410 de usuario.

50 55 60 La base 406 de datos de usuario almacena cuentas de usuario que contienen información de usuario. Una estructura de registro exemplar para la base 406 de datos de usuario se muestra en la figura 5. La base 406 de datos de usuario incluye un identificador 502 de usuario, un nombre 504, una dirección 506, una contraseña 508 grabada en la base 406 de datos de usuario, hay almacenado un identificador 512 de dispositivo asociado para identificar el dispositivo eléctrico 208, un identificador 516 de localización que identifica una localización asociada con el dispositivo eléctrico 208, características de funcionamiento de dispositivo, tal como disponibilidad definida 518 de usuario y propiedades 520 de recuperación de energía de dispositivo, y un perfil estadístico 522. Las características de funcionamiento de dispositivo pueden también definir un tipo de dispositivo (es decir, si el dispositivo es una unidad de aire acondicionado, un refrigerador, o un calentador de inmersión, por ejemplo) para el dispositivo eléctrico 208. La base 406 de datos de usuario puede también incluir detalles bancarios y/o detalles de contacto, tales como una dirección o un número de teléfono del usuario. Los usos de la información almacenada en la base 406 de datos de usuario serán descritos en más detalle después.

65 La interfaz 410 de usuario es dispuesta para transmitir y recibir información a/desde el usuario por mediación de un medio de comunicaciones inalámbrico o fijo, tales como ADSL GSM, y/o 3G. La base 406 de datos de usuario puede ser accedida y actualizada mediante un usuario por mediación de la interfaz 410 de usuario usando medios de autenticación y mecanismos de control de acceso, tal como introduciendo correctamente la contraseña almacenada en la base 406 de datos. El usuario puede registrar uno o más dispositivos eléctricos en su cuenta de usuario, por mediación de la interfaz 410 de usuario y/o actualizar información almacenada en la base 406 de datos asociada con

los dispositivos eléctricos.

Componentes ejemplares de un nodo 202 de control se muestran en la figura 6. El nodo 202 de control comprende un reloj 602, un medio de procesamiento en forma de un procesador 604, una base 606 de datos de dispositivo, un medio de comunicaciones en forma de una interfaz 608 de comunicaciones, y un medio de entrada en forma de una interfaz 610 de red.

La base 606 de datos de dispositivo contiene una porción de la base 406 de datos de usuario que puede estar comunicada con el nodo 202 de control por mediación de un enlace de comunicaciones que puede ser establecido entre las interfaces 408, 608 de comunicaciones. Una estructura de registro ejemplar para la base 606 de datos de dispositivo es mostrada en la figura 7. La base 606 de datos de dispositivo incluye información de perfil que se refiere a los dispositivos eléctricos 208, tal como un identificador 702 de dispositivo, un seudoidentificador 704, una localización 706 de dispositivo, características de funcionamiento de dispositivo, tales como disponibilidad definida 708 de usuario y propiedades 710 de recuperación de energía de dispositivo, y un campo para registrar estadísticas de dispositivo que se refieren al consumo/provisión de energía de cada dispositivo eléctrico 208. Típicamente, la base 606 de datos de dispositivo no contiene información que se refiere al usuario.

La interfaz 610 de red es dispuesta para recibir instrucciones desde una parte, tal como un operador de esquema de control, para controlar el consumo de energía en un área dada por un periodo de tiempo dado. La interfaz 610 de red es dispuesta para recibir estas instrucciones por mediación de un medio de comunicaciones inalámbrico o fijo, tales como ADSL, GSM y/o 3G.

En respuesta a la recepción de estas instrucciones, el nodo 202 de control es dispuesto para enviar peticiones a los dispositivos eléctricos 208 en el área asociada con el nodo de control por mediación de la interfaz 608 de comunicación, como se describe más detalladamente después. Estas peticiones pueden ser enviadas usando los identificadores 702 de dispositivo almacenados en la base 606 de datos de dispositivo; los identificadores 702 de dispositivo pueden comprender una dirección de red, tal como una dirección IP que posibilita que los dispositivos eléctricos 208 sean identificados para los propósitos de enviar estas peticiones. Los dispositivos eléctricos 208 y/o sus unidades 210 de control de dispositivo eléctrico asociadas incluyen una interfaz 306 de comunicaciones para recibir peticiones y otra información desde, y enviar información a, el nodo 202 de control. Aquí, por concisión, se hace referencia a los dispositivos eléctricos 208 recibiendo y/o enviando información, sin ser hecha referencia a las unidades 210 de control de dispositivo eléctrico; sin embargo, donde se hace tal referencia, se entenderá que esto también incluye información que es enviada a y/o desde una unidad 210 de control de dispositivo eléctrico asociada.

El nodo 202 de control puede ser dispuesto para recopilar datos estadísticos que se refieren al uso de energía de dispositivos eléctricos individuales 208 bajo su control. Como se ha mencionado anteriormente, las unidades 210 de control de flujo eléctrico pueden incluir un medidor inteligente 302; los datos que se refieren a consumo de energía del dispositivo eléctrico asociado 208 puede ser comunicado al nodo 202 de control, permitiéndole desarrollar datos estadísticos que se refieren a, por ejemplo, veces del día que el dispositivo eléctrico 208 es usado frecuentemente (y por lo tanto, consume y/o proporcionar energía eléctrica), cuánta energía consume o proporciona, y demás. Esta información estadística puede ser almacenada en el campo 712 de "estadísticas registradas" de la base 606 de datos de dispositivo. También puede ser comunicado al nodo central 200 para almacenamiento en el campo 522 de perfil estadístico de la base 406 de datos de usuario.

Algunos de los datos almacenados en la base 606 de datos de dispositivo son recibidos desde la base 406 de datos de usuario en el nodo central 200, habiendo sido proporcionados por un usuario; por ejemplo, los indicadores 516 de localización, y la disponibilidad 518 de dispositivo definida de usuario son provistas típicamente en la base 606 de datos de dispositivo de esta forma. Los seudoidentificadores 514 mencionados anteriormente se usan para este propósito. Los seudoidentificadores 704 para un dispositivo eléctrico 208 dado almacenado en la base 606 de datos de dispositivo son los mismos que, o corresponden a, los seudoidentificadores 514 para dado dispositivo eléctrico 208 en la base 406 de datos de usuario. Cuando un cambio en la información almacenada en la base 406 de datos de usuario ocurre, por ejemplo, debido a la información de cambio de usuario, tal como una disponibilidad asociada con uno o más de sus dispositivos, por mediación del interfaz 410 de usuario, el procesador 404 del nodo central puede comunicar este cambio al nodo 202 de control por mediación de la interfaz 408 de comunicaciones. El cambio de datos es comunicado usando el seudoidentificador del correspondiente dispositivo eléctrico 208, haciendo posible que el procesador 604 del nodo 202 de control identifique el dispositivo eléctrico 208 relevante en la base 606 de datos y haga los cambios necesarios a la entrada correspondiente en la base 606 de dispositivo. Similmente, cualquier dato que se refiere a un dispositivo eléctrico 208 específico que es enviado desde el nodo 202 de control al nodo central 200 puede ser enviado usando el seudoidentificador para identificar el dispositivo eléctrico relevante.

Usar los seudoidentificadores de esta forma mejora la seguridad de datos, por las siguientes razones. En primer lugar, puesto que los seudoidentificadores son diferentes a los identificadores de dispositivo que se usan para comunicaciones entre el nodo 202 de control y los dispositivo eléctricos 208 individuales, es más difícil para una tercera parte malvada monitorizar comunicaciones para determinar la localización, o cualquier otra característica, de los dispositivos eléctricos 208 a los que las comunicaciones se refieren. En segundo lugar, los seudoidentificadores, en contraste con los identificadores de dispositivo, no proporcionan a ellos mismos ninguna información que se

refiera por ejemplo a la localización de red del dispositivo eléctrico en cuestión. Esto es ventajoso en situaciones en las que, por ejemplo, está siendo comunicada la información de disponibilidad de un dispositivo eléctrico 208 está siendo comunicada, puesto que es claramente indeseable revelar a una tercera parte que puede estar "escuchando" comunicaciones tanto en una localización de un dispositivo eléctrico, y una ocasión que es disponible ser controlado, puesto que la última puede indicar que la propiedad en la que el dispositivo eléctrico está localizado será desocupada en ese momento. Los seudoidentificadores pueden ser variados regularmente, por ejemplo a diario, con el fin de mejorar además la seguridad de datos.

5 La comunicación entre el nodo central 200 y los nodos 202 de control son típicamente por mediación de las interfaces 408, 608 de comunicación.

10 La figura 8 ilustra un método por el que el nodo 202 de control controla el consumo de energía en un área dada para un periodo de tiempo dado. En la siguiente discusión, se hace referencia al nodo 202 de control que realiza varias acciones. Aunque se omite por concisión, se entenderá que las acciones se realizan típicamente mediante el procesador 604, en conjunción con el reloj 602, cuando sea apropiado.

15 En el paso 800, el nodo 202 de control identifica un área dada, en el área geográfica dada asociada con el nodo 202 de control, en el que el consumo de energía ha de ser controlado; típicamente, esta identificación es realizada en base a las instrucciones recibidas por mediación de la interfaz 610 de red. Por ejemplo, si un nodo de control está asociado con un país, el operador de esquema de control puede enviar instrucciones al nodo 202 de control para controlar el consumo de energía en una región geográfica particular, tal como una ciudad, calle, código postal, o cualquier otra área que comprenda premisas múltiples de usuario (por ejemplo, una hora del día) durante el cual el consumo de energía ha de ser controlado; de nuevo, esta información puede ser incluida en las instrucciones recibidas por mediación de la interfaz 610 de red.

20 25 En el paso 804, el control 202 de nodo selecciona una pluralidad de grupos de dispositivos eléctricos 208 basados en el área identificada y periodo de tiempo. Los dispositivos eléctricos 208 son seleccionados basados en los indicadores de localización almacenados en la base 606 de datos de dispositivo, de manera que solo los dispositivos eléctricos localizados en el área identificada son seleccionados. El nodo 202 de control puede también usar información sobre la disponibilidad definida de usuario y/o propiedades de recuperación de energía almacenadas en la base 606 de datos de dispositivo para adjudicar grupos. En algunas realizaciones, la información estadística de periodos de tiempo previos se usa mediante el nodo 202 de control para determinar la disponibilidad de un dispositivo eléctrico 208 dado. En el paso 806, el nodo 202 de control divide el periodo de tiempo en una pluralidad de intervalos de tiempo. En el paso 808, el nodo de control asocia cada uno de los grupos seleccionados con uno o más intervalos de tiempo, con diferentes intervalos de tiempo diferentes siendo asociados con diferentes grupos. El intervalo de tiempo asociado con un grupo dado es el intervalo de tiempo, del periodo de tiempo, durante el cual el consumo/provisión de energía eléctrica ha de ser controlado para ese grupo.

30 35 40 45 En el paso 810, en cada intervalo de tiempo el nodo 202 de control envía una o más peticiones para controlar el consumo de energía a los dispositivos eléctricos 208 de cada grupo asociado con ese intervalo de tiempo en un área dada. Estas peticiones son recibidas por los dispositivos eléctricos 208, y resultan en una reducción de consumo neto de energía eléctrica y/o un incremento en provisión de energía eléctrica, por un grupo respectivo en un intervalo de tiempo respectivo por, por ejemplo, causar que la unidad 210 de control de dispositivo eléctrico accione el elemento 304 de control, resultando así en una reducción de consumo de energía eléctrica o un incremento de provisión de energía eléctrica por el dispositivo eléctrico 208. El consumo de energía neto de un grupo dado de dispositivos 208 de energía es aquí definido como la diferencia entre la cantidad total de energía consumida, y la cantidad de energía proporcionada por, los dispositivos eléctricos 208 del grupo dado; en otras palabras, la energía proporcionada (por ejemplo, generada) por un dispositivo eléctrico 208 es definida como "consumo negativo" de una cantidad equivalente de energía. Una reducción en consumo de energía eléctrica neto puede así ser lograda desconectando dispositivos eléctricos 208 de la red 102 de distribución de electricidad, o de otro modo reduciendo una cantidad de consumo de energía eléctrica del dispositivo eléctrico 208, en el caso de dispositivos eléctricos 208 dispuestos para consumir energía eléctrica y/o conectando los dispositivos eléctricos 208 a la red 102 de distribución de electricidad, o de otro modo incrementando una cantidad de provisión de energía eléctrica del dispositivo eléctrico 208, en el caso de dispositivos eléctricos 208 dispuestos para proporcionar energía eléctrica.

50 55 60 Aunque, en el método ejemplar descrito anteriormente, los dispositivos eléctricos fueron seleccionados, en el paso 804 en base a indicadores de localización, en algunas realizaciones, la selección puede alternativamente o adicionalmente puede ser hecha en base a otra información de perfil que se refiere a los dispositivos eléctricos, tales como la información de perfil almacenada en la base 606 de datos de dispositivo, como se describe anteriormente. En tales realizaciones, el paso de identificar un área en la que el consumo de energía ha de ser controlado (paso 804) puede ser omitido.

65 Controlando el consumo y/o la provisión de energía de múltiples grupos de dispositivos eléctricos 208 como se describe anteriormente en referencia a la figura 8, una cantidad neta de consumo de energía en el área dada identificada en el paso 800 puede ser reducida durante el periodo de tiempo identificado en el paso 802.

El nodo 202 de control puede generar modelos heurísticos de los grupos y evalúa su idoneidad contra los criterios de gestión de energía. Los criterios de gestión de energía pueden incluir datos financieros. Los datos financieros pueden referirse a uno o más de un valor de mercado de energía dependiente de tiempo, un servicio de gestión de balance, y un servicio de gestión de restricción. Los criterios de gestión de energía pueden ser receptivos a requisitos de balance de la red de transmisión y/o distribución y/o un requisito de capacidad de emergencia de las redes, y puede incluir una reducción requerida en congestión de red de transmisión, o una reducción requerida en congestión de red de distribución. La evaluación puede incluir determinar qué modelo proporciona el incremento o disminución mayor en consumo de energía en un intervalo de tiempo dado, qué modelo proporciona un turno de tiempo requerido de un pico en demanda de energía, o qué modelo proporciona el mayor ahorro en coste de energía. Los modelos heurísticos pueden incluir precios de energía dependientes, determinados basados en valores de mercado actuales y/o predichos de energía eléctrica. El nodo 202 de control puede determinar qué dispositivos eléctricos 208, o grupos de dispositivos eléctricos 208 controlar en cada intervalo de tiempo en base a la evaluación de los modelos heurísticos generados; de este modo el nodo 202 de control optimiza la asignación y control de los grupos de dispositivos eléctricos 208 para gestionar la demanda de energía del modo requerido.

5 En algunas realizaciones, el nodo 202 de control puede, para un tiempo de empiezo de control dado, crear un conjunto limitado de modelos heurísticos, cubriendo un amplio rango de estrategias de implantación, variando los parámetros del modelo. Por ejemplo, la asignación de dispositivos eléctricos 208 a los grupos, los intervalos de tiempo en que cada grupo de control es controlado, y el grado en que cada grupo es controlado en diferentes 10 intervalos de tiempo puede ser todo variado. Puesto que el parámetro espacial para tal modelo multivariable es relativamente grande, el nodo 202 de control puede seleccionar valores de parámetro al azar o pueden ser seleccionados parámetros basados en modelos históricamente exitosos. El nodo 202 de control puede entonces 15 determinar una o más características o valores de dispositivos eléctricos en cada uno de los modelos heurísticos, y puede determinar características de un modelo preferido, en base a una evaluación de efectividad del modelo 20 cuando es evaluado frente a los criterios de gestión de energía. Las características pueden referirse a características de funcionamiento, características de recuperación de energía u otras características de dispositivos eléctricos 208 que están disponibles para control mediante el nodo 202 de control. El nodo 202 de control puede generar también 25 un conjunto de predicciones financieras para el conjunto de modelos heurísticos, incluido el modelo preferido. El nodo 202 de control puede entonces seleccionar grupos al menos parcialmente en base a las características del 30 modelo preferido.

15 En algunas realizaciones, el nodo 202 de control puede interpolar entre, o extrapolar desde, los resultados de la evaluación de los modelos heurísticos (o los datos financieros o de consumo de energía generados) y puede 20 determinar las características de un modelo preferido en base a las características interpoladas y/o extrapoladas para establecer una estrategia óptima para asignar y controlar grupos de dispositivos eléctricos 208. Esto reduce la 25 carga computacional en el nodo 202 de control reduciendo el número de cálculos que deben ser realizados para determinar la estrategia óptima a ser implementada. Esto a su vez incrementa la velocidad a la que el nodo 202 de control 30 puede reaccionar a cambiar la demanda de energía y/o las condiciones de mercado de energía, incrementando así la efectividad del nodo 202 de control. Adicionalmente, la carga computacional en el nodo 202 de control, y por lo tanto el coste de implementar el nodo 202 de control puede ser reducido.

35 La figura 9 es una representación gráfica de un ejemplo en el que hay seis grupos definidos, concretamente Grupo 1 a Grupo 6, con cada grupo teniendo un nivel estándar de consumo de energía de una unidad, es decir, en la ausencia de cualquier control, cada grupo consume una unidad de energía por hora durante el periodo mostrado. En 40 este ejemplo, el consumo de energía es controlado (es decir, el consumo de energía de al menos un grupo es reducido) durante el periodo de tiempo desde el intervalo 1 de tiempo al intervalo 5 de tiempo. Cada grupo es controlado, por medio de las peticiones mencionadas anteriormente desde el nodo 202 de control para reducir el consumo de energía neto durante uno o más intervalos de tiempo asociados correspondientes. En el ejemplo de la 45 figura 9, se asume que cada uno de los intervalos de tiempo tiene una hora de duración; sin embargo, se entenderá 50 que la duración de los intervalos de tiempo pueden ser variados de acuerdo a los requisitos.

55 En el ejemplo mostrado en la figura 9, el grupo 1 está apagado (es decir, el consumo de energía del mismo es reducido a cero) durante el intervalo de tiempo primero, los grupos 2 y 3 están apagados durante el intervalo de tiempo segundo, los grupos 4 y 5 están apagados durante el intervalo de tiempo tercero; los grupos 6 y 1 están apagados durante el intervalo de tiempo cuarto e intervalos de tiempo de grupo. Inmediatamente después de cada 60 intervalo de tiempo durante el que los dispositivos eléctricos 208 de un grupo dado son apagados, el último se vuelve a encender; esto puede ser el resultado de peticiones adicionales desde el nodo 202 de control, por ejemplo.

65 Reduciendo (es decir, inhibiendo) el consumo de energía asociado con los dispositivos eléctricos 208 en cada uno de los grupos secuencialmente, la cantidad total de energía consumida en un área dada durante los intervalos de tiempo primero, segundo y tercero puede ser reducida sin requerir que ningún dispositivo eléctrico 208 único, o del grupo, sea apagado durante cualquier periodo consecutivo más largo que un intervalo de tiempo único, lo que significa que la inconveniencia a los usuarios de dispositivos eléctricos puede ser reducida.

70 Como se muestra en la figura 9, el consumo neto de cada grupo incrementa típicamente cada intervalo de tiempo cuando el grupo ha sido apagado. Esto es debido a factores tales como dispositivos eléctricos individuales 208 que

5 tienen que trabajar más duro para recuperar pérdida de energía durante períodos de inactividad; por ejemplo, en el caso de una unidad de aire acondicionado, la habitación que esta última enfriá se puede haber calentado significativamente durante el intervalo de tiempo "apagado", resultando en que la unidad de aire acondicionado consuma una gran cantidad de energía cuando es encendido de nuevo. Un factor adicional es que puede ser estadísticamente más probable que los usuarios usen dispositivos eléctricos 208 en períodos después de que no hayan estado disponibles. La medida que un dispositivo eléctrico 208 recupera energía, de media, siguiendo intervalos "apagados", y la longitud media de tiempo que lleva recuperar esta energía son referidos aquí como las "propiedades de recuperación de energía" del dispositivo eléctrico 208.

- 10 10 Se asume que cada uno de los dispositivos eléctricos 208 en cada grupo en el ejemplo de la figura 9 tienen las mismas propiedades de recuperación de energía; después de 1 hora de estar apagado, los dispositivos recuperan 2/3 de la unidad de energía en la primera hora subsiguiente y 1/3 de unidad de energía en la segunda hora subsiguiente. Las regiones sombreadas oscuras en la figura representan el consumo de energía de grupo en un estado no controlado. Las regiones sombreadas claras representan el uso de energía que incrementa debido a la recuperación de energía descrita anteriormente. El resultado neto en este ejemplo es que una energía total de 3 unidades de horas es cambiada por una media de 4 horas hacia delante. El turno en consumo de energía es mayor en magnitud y tiempo que si cada grupo hubiese actuado independientemente uno de otro, y/o si dispositivos individuales son controlados de manera no agregada.
- 15 20 Aunque en el ejemplo de la figura 9 toda la reducción en consumo de energía durante intervalos 1 a 3 de tiempo es compensado por un incremento subsiguiente en consumo de energía durante los intervalos 5 a 7 de tiempo, será apreciado que, en la práctica, el incremento subsiguiente en consumo de energía no es típicamente el 100% de la reducción inicial en consumo de energía, puesto que los dispositivos eléctricos 208 no serán usados necesariamente durante los períodos subsiguientes, y, por ejemplo, una unidad de aire acondicionado puede no necesitar usar toda la energía que habría usado durante un periodo apagado para enfriar una habitación de nuevo a la temperatura deseada.

25 30 Además, puede verse que incluso donde hay un incremento subsiguiente significativo en el consumo de energía subsiguiente, controlando secuencialmente el consumo de energía neto de múltiples grupos hace posible que la carga total en la red 102 de distribución de electricidad se conformada dinámicamente. El método descrito anteriormente en referencia a las figuras 8 y 9 puede ser usado para alterar la hora y/o tamaño de un pico en consumo de energía. Por ejemplo, si se espera que un pico de consumo de energía en un área geográfica dada ocurra durante intervalos 1 a 3 de tiempo de la figura 9, controlando el consumo de energía como se describe en referencia a la figura 9 puede tener el efecto de cambiar la hora del pico, y/o reducir su magnitud, que puede evitar o mejorar los "puntos calientes" descritos anteriormente. Puesto que no todos los dispositivos eléctricos 208 en el área geográfica dada están necesariamente controlados, el pico en consumo de estos dispositivos eléctricos 208 descontrolados ocurrirán durante los intervalos 1 a 3 de tiempo, mientras el pico debido a los dispositivos eléctricos 208 controlados es cambiado a los intervalos 5 a 7 de tiempo, como se muestra; esto tiene el efecto de suavizar el pico (es decir, extendiéndolo durante un periodo de tiempo más largo), y reduciendo su magnitud. La cantidad de energía que es cambiada, y la longitud de tiempo por la que es cambiada puede ser determinada por el procesador 604 del nodo 202 de control, usando la información de perfil que se refiere a los dispositivos eléctricos 208 que se almacena en la base 606 de datos de dispositivo.

40 45 Si el nodo 202 de control recibe instrucciones (por ejemplo como parte de las instrucciones descritas en referencia a los pasos 800 y 802 anteriores) para cambiar una cantidad dada (por ejemplo 3 MWh) de consumo de energía en un área geográfica dada por una longitud de tiempo media dada, el paso 804 descrito anteriormente puede comprender el nodo 202 de control que selecciona grupos que contienen dispositivos eléctricos 208 cuyo consumo de potencia medio esperado totaliza la cantidad dada (es decir, 3 MWh), y cuyas propiedades de recuperación de energía son tales que la longitud de tiempo por la que el consumo de energía es cambiado promedia la longitud de tiempo medio dada. El nodo 202 de control puede entonces enviar peticiones por mediación de la interfaz 608 de comunicaciones a los dispositivos eléctricos 208 de los grupos a apagar durante los intervalos de tiempo asociados. Los dispositivos eléctricos 208 en un grupo dado pueden ser sondeados después de enviar a las peticiones para confirmar la reducción real en consumo de energía. En caso de que se determine que la reducción real en consumo de energía está o bien por encima o bien por debajo de la cantidad requerida, las adjudicaciones de grupo pueden ser ajustadas, y el proceso repetido hasta que se logre la reducción de energía correcta.

50 55 En el ejemplo anterior, los intervalos de tiempo durante los que los grupos individuales son controlados no se solapan. Sin embargo, en algunas realizaciones, el nodo 202 de control puede solapar los intervalos de tiempo durante los que diferentes grupos son controlados, por ejemplo, para permitir que los intervalos de tiempo coincidan con las preferencias de disponibilidad definidas de usuario. En algunas realizaciones, la duración de los intervalos de tiempo diferentes puede ser variada, por ejemplo, cuando la disponibilidad de dispositivos eléctricos 208 en un grupo dado cambia durante el periodo de tiempo dado.

60 65 Como se describe anteriormente, después de que un grupo ha sido usado para reducir el consumo de energía neto típicamente recobrará esa energía (o una proporción de esta) en intervalos de tiempo subsiguiente. En algunas realizaciones de la invención, el nodo 202 de control gestiona esta recuperación, en base a, por ejemplo, peticiones

recibidas desde el operador de red, usando diferentes grupos para reducir el consumo de energía en intervalos de tiempo subsiguientes. De esta forma, el nodo de control puede conformar el perfil de consumo de energía durante el periodo de tiempo y hacer retroceder el consumo neto de energía eléctrica en el área geográfica dada si es necesario. Como se menciona anteriormente, las instrucciones pueden ser distribuidas al nodo 202 de control para 5 reducir el consumo de energía mediante una cantidad dada en un periodo de tiempo dado. Por ejemplo, puede ser deseado reducir el consumo de energía en el intervalo 0 de tiempo y disponerlo de manera que no haya recuperación neta en el consumo de energía hasta después del intervalo 3 de tiempo. Un gráfico de consumo de energía meta que representa estos requisitos se muestra en la figura 10. En respuesta a tales instrucciones, el nodo 10 202 de control usa un algoritmo para asignar grupos apropiados para conocer el consumo de energía meta. Un método ejemplar para determinar las propiedades de estos grupos es ahora descrito en referencia a las figuras 11a y 11b.

Como puede verse en la figura 11a, una cantidad de energía, A, ha sido ahorrada en el intervalo 0 de tiempo, por 15 ejemplo, apagando un grupo particular, al que nos referimos como "grupo 1", de dispositivos eléctricos 208. Cada dispositivo eléctrico 208 de grupo 1 es elegido para tener las mismas propiedades de recuperación de energía como se muestra por la línea de rayas. En este ejemplo, el grupo 1 recupera cantidades de energía  $B_1$  en el intervalo 1 de tiempo,  $B_2$  en el intervalo 2 de tiempo, y  $B_3$  en el intervalo 3 de tiempo, respectivamente. Estas cantidades de energía son cada una una fracción  $b_i$  de A que es recuperada en el intervalo i de tiempo de manera que

$$20 \quad b_i = \frac{B_i}{A}$$

y

$$A \leq \sum_i A \cdot b_i$$

25 En este ejemplo, como se menciona antes, el nodo 202 de control está funcionando bajo una petición de que el consumo de energía total en el área dada no exceda un nivel dado (representado por la línea 0.0 en la figura 10) hasta después del intervalo 3. Para lograr esto, los grupos adicionales 2, 3 y 4, que tienen cada uno disponibilidad de grupo similar y propiedades de recuperación son controlados en espacios de tiempo subsiguiente con el fin de 30 compensar la energía adicional consumida por el grupo 1 cuando se recupera en los intervalos 1, 2 y 3 de tiempo, como se describe después. Adicionalmente, el consumo de energía reducido para el grupo 2 en intervalo 1 de tiempo, que es total o parcialmente recuperado durante los intervalos 2, 3 y 4 es también compensado reduciendo el 35 consumo de energía de grupos adicionales, y demás. En la siguiente descripción, A se refiere a una disminución en el consumo de energía bajo el nivel representado por la línea 0.0 en la figura 10 en el intervalo 0 de tiempo y  $B_{xy}$  se refiere a un incremento en energía sobre el nivel normal en el intervalo x de tiempo como resultado de usar un grupo en intervalo y de tiempo.

Como se ilustra en la figura 11b, la cantidad de energía, E(t), requerida para compensar la recuperación de consumo 40 de energía en el intervalo 1 de tiempo es la cantidad de energía que el grupo 1 recupera durante ese intervalo de tiempo, dado por:

$$E(1) = b_1 \cdot A$$

45 El nodo 202 de control por lo tanto selecciona un grupo adicional, el grupo 2, y reduce el consumo de energía del grupo 2 por cantidad E(1) durante el intervalo 1 de tiempo. La cantidad de energía requerida para compensar la recuperación de energía en el intervalo 2 de tiempo es la cantidad de energía que el grupo 1 recupera durante el intervalo 2 de tiempo más la cantidad de energía que el grupo 2 recupera durante el intervalo 1 de tiempo, dado por:

$$E(2) = B_{20} + B_{21} = b_2 \cdot A + b_1 \cdot b_1 \cdot A = A(b_1^2 + b_2)$$

50 El nodo 202 de control por lo tanto selecciona un grupo adicional, el grupo 3, y reduce el consumo de energía del grupo 3 por cantidad E(2) durante el intervalo 2 de tiempo. En consecuencia, la energía requerida para compensar la recuperación de energía en el intervalo 3 de tiempo es la cantidad de energía que los grupos 1, 2 y 3 recuperan durante el intervalo 3 de tiempo, dado por:

$$E(3) = B_{30} + B_{31} + B_{32} = A(b_1^3 + 2b_1b_2 + b_3)$$

60 El nodo 202 de control por lo tanto selecciona un grupo adicional, el grupo 4, y reduce el consumo de energía del grupo 4 por cantidad E(3) durante el intervalo 3 de tiempo. Las compensaciones de consumo de energía pueden ser calculadas de la misma forma, si se requiere. Usando este enfoque el nodo 202 de control puede determinar la cantidad de consumo de energía que debe ser reducida en cada intervalo de tiempo con el fin de hacer retroceder la

recuperación de energía a un intervalo de tiempo posterior. Adicionalmente, el nodo 202 de control puede usar estos cálculos para determinar el patrón de consumo de energía cuando se permite a todos los grupos finalmente recuperar su energía.

- 5 Así, seleccionando grupos de dispositivo eléctricos 208 basados en sus propiedades de recuperación de energía, y  
 10 controlando el consumo de energía de los grupos seleccionados de manera que la recuperación de energía total de los grupos en un intervalo de tiempo dado es compensada por una reducción en el consumo de energía, es posible cambiar una cantidad deseada de consumo de energía por una longitud de tiempo deseada. La cantidad de consumo de energía que es reducida por un grupo dado durante un intervalo de tiempo dado puede ser variada  
 15 variando el número y/o las propiedades de dispositivos eléctricos 208 en el grupo. Similarmente, la forma de recuperación de energía puede ser controlada seleccionando dispositivos eléctricos 208 de acuerdo con sus propiedades de recuperación de energía. En los ejemplos descritos antes en relación con las figuras 9 a 11b, es asumido que todos los dispositivos eléctricos 208 en los grupos que están disponibles para el control durante el total de cada intervalo de tiempo asociado. Sin embargo, también es posible formar grupos que incluyen dispositivos eléctricos 208 que tienen perfiles de disponibilidad que no permiten que el dispositivo eléctrico 208 sea apagado durante el total de un intervalo de tiempo dado, como se describe ahora en referencia las figuras 12a y 12b.

En este ejemplo, el nodo 202 de control requiere que un grupo sea controlado durante una hora, como se muestra en la figura 12a. Cuando la disponibilidad de dispositivo es definida por las preferencias de usuario y así puede no coincidir con las peticiones del operador de red (es decir, algunos usuarios pueden preferir no tener sus dispositivos controlados durante todo el intervalo de tiempo), el nodo 202 de control puede agregar grupos para construir una reducción neta en consumo de energía durante un periodo de tiempo dado. En este ejemplo, hay tres grupos de dispositivos eléctricos 208 disponibles para control, concretamente el grupo 1, el grupo 2, y el grupo 3. Es asumido que cada uno de los grupos que comprende dispositivos eléctricos 208 que tienen propiedades de recuperación de energía media de manera que la mitad de la energía ahorrada cuando el grupo es controlado apagado (o su consumo neto es reducido) es reclamado de vuelta en 45 minutos. Por claridad, el comportamiento del grupo es representado como una respuesta de onda cuadrada aproximada; en la práctica, la recuperación de energía sigue típicamente un patrón exponencial. Cada grupo tiene una disponibilidad diferente, definida por las preferencias de usuario, y mostrada en la figura 12b. El grupo 1 comprende dispositivos eléctricos 208 que tienen un perfil de disponibilidad que les permite ser apagados (o tener su consumo de energía reducido) durante 1 hora completa; el grupo 2 comprende dispositivos eléctricos 208 que tienen perfiles de disponibilidad de manera que pueden ser apagados (o tener su consumo de energía reducido) durante 45 minutos; y el grupo 3 comprende dispositivos eléctricos 208 que tienen perfiles de disponibilidad de manera que pueden ser solo apagados (o tener su consumo de energía reducido) durante 30 minutos.

35 Un grupo de dispositivos eléctricos 208 cuyo consumo es controlado durante un intervalo de tiempo primero puede ser formado por el procesador 604 del nodo 202 de control como sigue. El nodo 202 de control envía peticiones, por mediación de la interfaz 608 de comunicaciones, a los dispositivos eléctricos 208 del grupo 1 a apagar (o reducir el consumo de energía) para todo el intervalo de tiempo primero, a los dispositivos eléctricos 208 del grupo 2 a apagar (o reducir el consumo de energía) durante solo los primeros 30 minutos (de sus 45 minutos disponibles) del intervalo de tiempo primero; y a los dispositivos eléctricos 208 del grupo 3 a apagar (o reducir el consumo de energía durante el periodo de 30 minutos a una hora del intervalo de tiempo primero. Típicamente, los grupos consisten en grandes números de dispositivos eléctricos 208, que significa que el número de dispositivos eléctricos que son apagados (o tienen su consumo de energía reducido) en un grupo dado pueden ser variados para variar el tamaño de la reducción en consumo neto asociado con el grupo, de manera que, por ejemplo, la cantidad de reducción en consumo de energía es substancialmente constante a través de todo el intervalo de tiempo primero, como se muestra en el gráfico combinado de la figura 12b, en el que la contribución del grupo 1 es mostrada por la línea sólida, la contribución del grupo 2 es mostrada por la línea de puntos y la contribución del grupo 3 es mostrada por la línea de rayas.

50 En algunas realizaciones, la recuperación de energía ahorrada en el intervalo de tiempo primero tiene lugar durante más de dos intervalos de tiempo mostrados en el ejemplo de la figura 9. La recuperación de energía de un dispositivo eléctrico dado es almacenada en el campo de "propiedades de recuperación de energía" de la base 606 de datos en el nodo 202 de control. El nodo 202 de control usa las características de recuperación de energía de cada dispositivo eléctrico 208 bajo su control para desarrollar estrategias para conformar el perfil total de consumo de energía en la red de distribución de electricidad.

60 La figura 13 muestra un ejemplo en el que el dispositivo eléctrico 208, que puede ser, por ejemplo, un calentador de agua, tiene un periodo largo de recuperación de energía relativa al intervalo de tiempo (1 hora). La línea de rayas de la figura 13 muestra la característica de recuperación de energía de este dispositivo eléctrico 208. Como puede verse, el tiempo tomado para recuperar energía cubre muchos intervalos de tiempo y de forma importante la cantidad de energía reclamada por el dispositivo eléctrico 208 en cada uno de los intervalos de tiempo es considerablemente menor que la cantidad de energía ahorrada durante el intervalo 1 de tiempo. Es por lo tanto mucho más fácil presionar recuperación de energía ahorrada para intervalos de tiempo futuros, controlando otros grupos apagados en los intervalos de tiempo subsiguientes, si los dispositivos eléctricos 208 usados no reclaman energía rápidamente sino más bien a lo largo de un periodo de tiempo. Esto es mostrado por la línea sólida en la

figura 13, que representa el consumo de energía deseado. Así agrupando dispositivos eléctricos 208 apropiadamente, y seleccionando dispositivos eléctricos 208 que tienen características apropiadas, tal como propiedades de recuperación eléctrica, es posible manipular la forma de consumo de potencia en un área dada.

5 Como se muestra en la figura 14a, en algunas realizaciones, uno o más dispositivos eléctricos 208 pueden funcionar bajo el control de un sistema de gestión de energía basado en ordenador (EMS) 1400, que puede ser un sistema de gestión de construcción (BMS), por ejemplo. El EMS 1400 típicamente monitoriza, controla y optimiza la demanda y/o consumo (provisión) de energía de uno o más dispositivos eléctricos 208 de acuerdo con las normas de gestión de energía (normas EMS), que pueden ser definidas localmente. Típicamente, el EMS 1400 está localizado en una 10 premisa particular (lugar, o edificio), y proporciona gestión de energía local. En algunas disposiciones, el EMS 1400 puede controlar dispositivos eléctricos distribuidos 208 que comparten un dueño común (por ejemplo, dispositivos eléctricos distribuidos 208 todos poseídos por un negocio particular).

15 Tipos de dispositivos eléctricos 208 bajo el control del EMS 1400 puede incluir uno o más de dispositivos de calentador, refrigerador, ventilación, luz, suministro de potencia fuego, y dispositivos de seguridad. Cada EMS 1400 puede comprender componentes de equipo físico y equipo lógico para controlar el uso de potencia de los dispositivos eléctricos 208 dentro de, por ejemplo, un gran edificio para gestionar el uso de energía en el edificio. Típicamente, el EMS 1400 está configurado para optimizar la eficiencia de energía de un edificio mientras no 20 interrumpa o moleste a los usuarios del edificio (por ejemplo, cortando la potencia durante el horario comercial).

25 20 El nodo 202 de control está dispuesto para interactuar con el EMS 1400 por mediación de un gestor 1402 de interfaz que actúa como una entrada. El gestor 1402 de interfaz puede incluir traductores de protocolo, dispositivos de adaptación de impedancias, convertidores de tarifa, aisladores de fallo y traductores de señal que proporcionan las 25 interfaces necesarias para hacer posible que el gestor 1402 de interfaz transfiera datos hacia/desde el EMS 1400, por ejemplo.

El gestor 1402 de interfaz puede ser capaz de manejar peticiones para controlar dispositivos eléctricos 208 desde diferentes tipos de sistemas de gestión de energía, incluidos sistemas diferentes al descrito anteriormente.

30 30 En la figura 14b se muestran componentes ejemplares de un gestor 1402 de interfaz. El gestor 1402 de interfaz comprende una interfaz 1404 de entrada/salida dispuesta para interactuar con el nodo 202 de control, una interfaz 1406 de EMS dispuesta para interactuar con el EMS 1400, un procesador 1408, y un dispositivo 1410 de almacenamiento.

35 35 La interfaz 1404 de entrada/salida es dispuesta para recibir datos (incluidas las peticiones de control) desde y hacia el nodo 202 de control. La interfaz 1406 de EMS es dispuesta para enviar datos y recibir datos desde el EMS 1400. El procesador 1408 está dispuesto para procesar datos que pasan a través del gestor 1402 de interfaz, como se describe con más detalle después.

40 40 El procesador 1408 procesa peticiones recibidas desde el nodo 202 de control para controlar dispositivos eléctricos 208 bajo el control del EMS 1400. El procesador 1408 usa lógica (que puede ser en forma de un programa almacenado en el almacenamiento 1410) para determinar cuáles de las peticiones recibidas son compatibles con las normas de EMS. Las peticiones que se determina que son compatibles con las normas de EMS son pasadas por mediación de la interfaz 1406 de EMS al EMS 1400 para ser implementadas, y las peticiones que tienen conflicto 45 con las normas de EMS son devueltas al nodo 202 de control sin ser pasadas al EMS 1400. Al recibir una petición devuelta, el nodo 202 de control puede entonces actualizar la base 606 de datos de dispositivo para indicar que los dispositivos eléctricos 208 bajo el control del EMS 1400 no son disponibles para control, y pueden reasignar grupos y distribuir nuevas peticiones en consecuencia.

50 50 Las normas de EMS pueden referirse a una disponibilidad de dispositivo definida por el usuario adicionalmente a la disponibilidad definida en la base de datos de usuario. En una disposición ejemplar, el EMS 1400 puede controlar una unidad de refrigeración en un negocio, tal como un supermercado. El negocio puede definir normas de EMS para controlar la potencia de la unidad de refrigeración; por ejemplo, las normas de negocio pueden dictar que la unidad de refrigeración es controlada apagada durante no más de 1 hora en un periodo de 24 horas. Al recibir una petición desde el nodo 202 de control para controlar apagada la unidad de refrigeración, el gestor 1402 de interfaz compararía la petición con las normas de EMS para que la unidad de refrigerador determine si existe conflicto. Por ejemplo, la petición puede ser para controlar apagada la unidad de refrigeración durante 2 horas, lo que excedería el tiempo máximo especificado por la norma de EMS. O la petición puede ser para controlar la unidad de refrigeración durante 30 minutos, pero el gestor 1402 de interfaz puede determinar, consultando el EMS 1400 que ella unidad de refrigerador ya ha sido controlada apagada durante 45 minutos en las 24 horas previas, y así controlar la unidad de refrigeración apagada durante 30 minutos rompería las normas de EMS. En cada uno de estos casos ejemplares, el gestor 1402 de interfaz puede devolver la petición al nodo 202 de control sin pasar la petición al EMS 1400.

65 65 Las normas EMS pueden ser normas dependientes de tiempo que el usuario tiene intención de tomar precedencia sobre la disponibilidad definida 708 de usuario de los dispositivos eléctricos 208 almacenados en la base 606 de datos de dispositivo, o las normas EMS pueden ser aplicadas por el usuario temporalmente para ignorar las

5 peticiones recibidas desde el nodo 202 de control en respuesta a un evento local, tal como una necesidad inesperada de usar un dispositivo eléctrico particular 208. Por ejemplo, el EMS 1400 puede estar funcionando en un supermercado particular que es uno de una cadena de almacenes cuyos dispositivos eléctricos 208 están normalmente disponibles para control por el nodo 202 de control de acuerdo con la disponibilidad definida de usuario por el negocio. Sin embargo, en respuesta a un evento local en una tienda particular, tal como el fallo de uno o más dispositivos eléctricos 208 en esa tienda, el encargado de la tienda puede querer ignorar la disponibilidad normal de dispositivos eléctricos 208 en la tienda para conocer las necesidades del negocio. En algunas realizaciones, el gestor 1402 de interfaz puede incluir una función de ignorar, quizás proporcionada por un conmutador o botón de ignorar, que cuando se selecciona evita que el gestor 1402 de interfaz pase peticiones desde el nodo 202 de control al EMS 1400. La función de ignorar puede ser proporcionada en equipo físico o equipo lógico, y puede ser accesible remotamente al usuario. Esto hace posible que el usuario ignore el control del nodo 202 de control rápidamente en una emergencia.

10 15 Con el fin de determinar la compatibilidad de peticiones enviadas por el nodo 202 de control, el procesador 1408 puede interrogar el EMS 1400 por mediación de la interfaz 1406 de EMS para determinar si hay alguna norma de EMS existente para dispositivos especificados en la petición enviada por el nodo 202 de control. El procesador 1408 puede entonces comparar la petición con las normas de EMS para determinar si están en conflicto. La lógica adicional almacenada en el gestor 1402 de interfaz evita que peticiones enviadas por el nodo 202 de control que tienen conflicto con las normas de EMS sean pasadas al EMS 1400 y que interrumpan el funcionamiento de los dispositivos eléctricos 208 bajo el control del EMS 1400. Esto evita causar inconveniencia a los usuarios del edificio sin requerir que el dueño del EMS 1400 actualice su disponibilidad definida 518 de usuario en la base 406 de datos de usuario cada vez que una norma EMS es actualizada.

20 25 30 Múltiples peticiones para controlar dispositivos eléctricos 208 bajo el control de un EMS 1400 a lo largo de un periodo extendido (es decir, varias horas) puede ser enviado por mediación del gestor 1402 de interfaz al EMS 1400 en una única transmisión. El gestor 1402 de interfaz puede entonces comparar las múltiples peticiones con las normas de EMS para el periodo correspondiente, y pasar las peticiones al EMS 1400 si no hay conflicto. Si hay uno o más conflictos, el gestor 1402 de interfaz puede devolver todas las peticiones al nodo 202 de control, o puede pasar las peticiones compatibles al BMS 1400 y devolver las peticiones conflictivas al nodo 202 de control. El gestor 1402 de interfaz puede entonces guardar, o almacenar, los comandos localmente para implementación en tiempos programados.

35 40 45 Transmitir todas las peticiones para un periodo extendidos en una transmisión tiene la ventaja de hacer posible el EMS 1400 para controlar sus dispositivos eléctricos 208 en línea con las peticiones desde el nodo 202 de control en el caso de un fallo de la conexión de comunicación entre el nodo 202 de control y el EMS 1400. Además, los dispositivos eléctricos 208 bajo el control del EMS 1400, para lo que no se definen normas de EMS particulares (es decir, que están directamente disponibles para control por el nodo 202 de control), están protegidos del fallo de la conexión de comunicación. Por ejemplo, si la conexión de comunicación entre el nodo 202 de control y el EMS 1400 falla antes de un funcionamiento deseado sea completado, el dispositivo eléctrico 208 bajo control no será dejado en un estado no deseado, porque el gestor 1402 de interfaz ha guardado un conjunto completo de peticiones. Además, enviando múltiples peticiones al mismo tiempo, el gestor 1402 de interfaz tiene una oportunidad para determinar la compatibilidad de las peticiones con las normas de EMS de antemano del intervalo de tiempo para el que la petición es programada; por lo tanto, el nodo 202 de control recibe peticiones devueltas mucho más pronto que si las peticiones son enviadas en ese momento que el nodo 202 de control necesita controlar el dispositivo eléctrico, y así el nodo 202 de control tiene más tiempo en el que reasignar y controlar grupos de dispositivos eléctricos 208. Esto reduce la carga computacional en el nodo 202 de control, y hace posible que el nodo 202 de control reaccione a los cambios en la disponibilidad de los dispositivos eléctricos 208 más rápidamente.

50 55 En algunas realizaciones, el gestor 1402 de interfaz o el EMS 1400 puede ser capaz de detectar un fallo de la conexión de comunicación entre el nodo 202 de control y el EMS 1400, y puede, en respuesta al fallo, generar peticiones localmente para que los dispositivos eléctricos vuelvan a ser controlados por el nodo 202 de control a un estado definido sólo por el EMS 1400. Un fallo de comunicación puede ser detectado, por ejemplo, reconociendo que una petición de control esperada no ha sido recibida. Esto evita que los dispositivos eléctricos permanezcan en un estado inapropiado, siguiendo un fallo de conexión de comunicación, y minimiza la interrupción e inconveniencia causada a los usuarios de los dispositivos eléctricos 208 bajo el control del EMS 1400.

60 65 Las técnicas y métodos descritos aquí pueden ser implementados mediante varios medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden ser implementadas en equipo físico (uno o más dispositivos), microprograma (uno o más dispositivos), equipo lógico (uno o más módulos), o combinaciones de estos. La implementación del equipo físico puede ser implementada en uno o más circuitos integrados específicos (ASIC), procesadores (DPS) de señal digital, dispositivos (DSPD) de procesamiento de señal digital, dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de gate programable de campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas aquí, o una combinación de estas. Para microprograma o equipo lógico, la implementación puede ser llevada a cabo a través de módulos de al menos un conjunto de chip (por ejemplo, procedimientos, funciones, y demás) que realizan las funciones descritas aquí. Los códigos de equipo lógico pueden ser almacenados en una unidad de almacenamiento de datos y ejecutados por

- procesadores. La unidad de almacenamiento puede ser implementada en el procesador o externamente al procesador. En el último caso puede ser acoplada comunicativamente al procesador por mediación de varios medios, como se conoce en la técnica. Adicionalmente, los componentes de los sistemas descritos aquí pueden ser redispuestos y/o complementados mediante componentes adicionales con el fin de facilitar el logro de varios aspectos, etc., descritos en referencia a ellos, y no están limitados a las configuraciones precisas descritas en las figuras dadas, como se apreciará por el experto en la técnica.
- Las realizaciones anteriores han de ser entendidas como ejemplos ilustrativos de la invención. Realizaciones adicionales de la invención son concebidas. Por ejemplo, se describe anteriormente que un usuario puede interactuar, y proporcionar información, con el nodo 202 de control por mediación del interfaz 310 de usuario del nodo central 200. En algunas disposiciones, el usuario puede en cambio interactuar con el nodo central 200 usando una interfaz de usuario localizada en otra parte, o usar un navegador de internet para comunicarse con el nodo central 200 por mediación de internet. En algunas disposiciones, la comunicación descrita como que es realizada mediante un usuario podría en cambio ser realizada automáticamente, por ejemplo usando un algoritmo de ordenador que podría ser adaptado para acceder a calendarios de usuarios, y/u otra información personal para determinar tiempos disponibles de dispositivos asociados con el usuario, por ejemplo.
- Además, fue mencionado anteriormente que un nodo 202 de control puede almacenar datos de direcciones que indican una dirección de red, tal como una dirección IP, de uno o más dispositivos eléctricos 208 con los que se comunica. En algunas realizaciones, los dispositivos eléctricos 208 pueden tener un único identificador incorporado tal como una tarjeta SIM de identidad de subscriptor, por ejemplo, en cuyo caso el dato de dirección comprende un número de identidad de la tarjeta SIM dada, tal como un número MSISDN. En algunos casos las comunicaciones entre los dispositivos eléctricos 208 y los nodos 202 de control pueden tener lugar mediante transmisión de datos por las líneas de potencia, conocida como Comunicación de línea de potencia (PLC).
- El nodo central 200 y el nodo 202 de control se describen anteriormente como que son implementados en estructuras discretas. Sin embargo, los componentes y funciones de estos nodos, por ejemplo las bases de datos de usuario y dispositivo, pueden ser implementados de manera distribuida, usando una pluralidad de estructuras físicas distribuidas.
- En muchos de los ejemplos anteriores, el flujo de energía hacia y/o desde el dispositivo eléctrico 208 fue variado entre dos valores (por ejemplo, energía encendida/energía apagada). Sin embargo, en algunas realizaciones el consumo/provisión de energía no puede simplemente ser controlando encendiendo y apagando los dispositivos, sino más bien el nodo 202 de control puede controlar los dispositivos para accionar a menos de su capacidad plena.
- En muchos de los ejemplos anteriores descritos en referencia a las figuras 8 a 13, la reducción del consumo neto de energía eléctrica es descrita en términos de controlar el consumo de energía eléctrica de grupos de dispositivos eléctricos 208 en un intervalo de tiempo dado. Sin embargo, como se menciona anteriormente, en algunas realizaciones, los grupos seleccionados comprenden dispositivos eléctricos 208 que proporcionan energía eléctrica a la red 102 de distribución de electricidad.
- En este caso, el control del consumo de energía eléctrica en el área dada identificada como el paso 800 de la figura 8 puede incluir incrementar una cantidad de provisión de energía mediante esto proveedores de energía eléctrica. Así, en el ejemplo de la figura 9, un grupo dado puede comprender múltiples proveedores de energía que reciben peticiones para proporcionar energía durante intervalos de tiempo asociados, más que para cesar o reducir el consumo de esta, de manera que la reducción en consumo que resulta de las peticiones comprende un incremento en provisión de energía.
- Algunos proveedores de energía pueden mostrar patrones de recuperación de energía iguales o similares a los descritos antes en relación a los consumidores de energía. Por ejemplo, si el proveedor de energía eléctrica comprende un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, tal como un PEV que almacena energía en su batería, puede ser pedido por el nodo 202 de control que proporcione energía desde su batería durante un intervalo de tiempo dado; durante intervalos de tiempo subsiguientes, el PEV puede recuperar la energía proporcionada mientras su batería se recarga.
- Los proveedores de energía que generan energía eléctrica, tales como turbinas de viento, pueden no mostrar ninguna recuperación de energía, puesto que no hay requisitos para "recargar" o de otro modo recuperar energía eléctrica provista.
- En algunas realizaciones el nodo 202 de control selecciona una combinación de grupos que comprenden uno o más grupos que consumen energía eléctrica y uno o más grupos que proporcionan energía eléctrica. En algunas disposiciones, uno o más grupos seleccionados comprenden una combinación de dispositivos eléctricos 208 que consumen energía eléctrica y dispositivo eléctricos que proporcionan energía eléctrica.
- Ha de ser entendido que cualquier característica descrita en relación con cualquier realización puede ser usada sola, o en combinación con otras características descritas, y puede también ser usada en combinación con una o más

características de cualquier otra realización, o cualquier combinación de cualquier otra realización. Además, equivalentes y modificaciones no descritos antes pueden ser empleados sin salir del alcance de la invención, lo que se define en los dibujos que la acompañan.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de controlar el consumo de energía eléctrica en una red de distribución de electricidad, suministrando la red de distribución de electricidad energía eléctrica a un área geográfica, estando distribuidos una pluralidad de dispositivos eléctricos (208) en dicha área geográfica, en el que cada uno de los dispositivos eléctricos (208) es conectable a la red de distribución de electricidad para consumir energía eléctrica proporcionada desde ella, incrementando así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, y/o para proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad, disminuyendo así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, comprendiendo el método:
- 5 mantener una base (606) de datos de dispositivo que comprende información de perfil que se refiere a dichos dispositivo eléctricos (208) en dicha área geográfica;
- 10 identificar (802) un periodo de tiempo futuro durante el cual el consumo de energía eléctrica suministrada por la red de distribución de electricidad ha de ser controlado;
- 15 seleccionar (804), en base a dicha información de perfil, una pluralidad de grupos de dichos dispositivos eléctricos (208) localizados en dicha área geográfica, comprendiendo cada grupo una pluralidad de dichos dispositivos eléctricos (208);
- 20 dividir (806) dicho periodo de tiempo futuro en una pluralidad de intervalos de tiempo, siendo cada uno de dichos intervalos de tiempo un intervalo de tiempo de dicho periodo de tiempo futuro durante el cual el consumo de energía neto de un grupo asociado ha de ser controlado;
- 25 asociar (808) uno o más de la pluralidad de intervalos de tiempo con cada uno de los grupos seleccionados, siendo uno o más intervalos de tiempo asociados con un grupo seleccionado dado diferente a uno o más intervalos de tiempo asociados con los otros grupos seleccionados; y
- 30 enviar (810) una o más peticiones, para la recepción en los dispositivos eléctricos (208) de los grupos seleccionados, para controlar el consumo y/o la provisión de energía eléctrica mediante los dispositivos eléctricos (208), reduciendo así un consumo neto de energía eléctrica en dicha área geográfica, durante un intervalo de tiempo asociado respectivo.
- 35 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, para al menos uno de los grupos seleccionados, una o más peticiones resultan en una reducción de consumo de energía eléctrica asociado con al menos dicho grupo.
- 40 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, para al menos uno de los grupos seleccionados, una o más peticiones resultan en un incremento de provisión de energía eléctrica asociada con al menos dicho grupo.
- 45 4.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, en caso de un dispositivo eléctrico (208) dispuesto para consumir energía eléctrica, una o más peticiones resultan en que una cantidad de energía eléctrica consumida por el dispositivo eléctrico (208) desde dicha red de distribución de electricidad se reduce durante el intervalo de tiempo asociado, y, en el caso de un dispositivo eléctrico (208) dispuesto para proporcionar energía eléctrica, una o más peticiones resultan en que una cantidad de energía eléctrica proporcionada por el dispositivo eléctrico (208) a la red de distribución de electricidad se incremente durante el intervalo de tiempo asociado.
- 50 5.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que, en el caso de un dispositivo eléctrico (208) dispuesto para consumir energía eléctrica, una o más peticiones resultan en que el dispositivo eléctrico (208) es desconectado de dicha red de distribución de electricidad durante el intervalo de tiempo asociado, y, en el caso de un dispositivo eléctrico (208) dispuesto para proporcionar energía eléctrica, una o más peticiones resultan en que el dispositivo eléctrico (208) es conectado a la red de distribución de electricidad durante el intervalo de tiempo asociado.
- 55 6.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que uno o más dispositivos eléctricos (208) seleccionados comprenden un generador de energía eléctrica, y una o más peticiones resultan en un incremento en la generación de energía eléctrica por el generador de energía eléctrica.
- 60 7.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que uno o más intervalos de tiempo asociados son dispuestos de manera que el grupo cuyo consumo de energía neto es reducido es variado secuencialmente durante dicho periodo de tiempo futuro.
- 65 8.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil para dicho dispositivo eléctrico (208) dado se refiere a una disponibilidad para control del dispositivo eléctrico dado, y la adjudicación del dispositivo eléctrico (208) dado es realizada en base a si el dispositivo eléctrico (208) dado está disponible para control durante un intervalo de tiempo dado.

- 9.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil comprende información de recuperación de energía que se refiere a una propiedad de recuperación de energía de al menos alguno de dichos dispositivos eléctricos (208), y dicha selección de una pluralidad de grupos es realizada en base a la información de recuperación de energía.
- 5 10.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil comprende información del dueño en referencia al menos a alguno de dichos dispositivos eléctricos (208), y dicha selección de una pluralidad de grupos es realizada en base a la información del dueño.
- 10 11.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil comprende información de característica de funcionamiento en referencia al menos a alguno de dichos dispositivos eléctricos (208), y dicha selección de una pluralidad de grupos es realizada en base a la información de característica de funcionamiento.
- 15 12.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil incluye una indicación de si un dispositivo eléctrico (208) dado es dispuesto para consumir energía eléctrica o si el dispositivo eléctrico (208) dado es dispuesto para proporcionar energía eléctrica.
- 20 13.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil comprende indicadores de cantidad de energía que indican una cantidad de consumo y/o provisión de energía asociada con los dispositivos eléctricos (208), y el método comprende:
- 25 identificar una cantidad neta de consumo de energía eléctrica para ser reducida durante dicho periodo de tiempo futuro; y
- 25 adjudicar dispositivos eléctricos (208) a grupos en base a los indicadores de cantidad de energía.
- 30 14.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información de perfil comprende indicadores de localización que indican una localización de un dispositivo eléctrico (208) dado, y el método comprende:
- 35 identificar (800) un área dada en la que el consumo de energía eléctrica ha de ser controlado, siendo el área dada un área de dicha área geográfica suministrada por la red de distribución de electricidad; y
- 35 seleccionar, en base a dichos indicadores de localización, una pluralidad de dichos grupos de dichos dispositivos eléctricos (208) localizados en dicha área geográfica.
- 40 15.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende mantener una base (606) de datos de dispositivo en un nodo (202) de control, comprendiendo dicha base (606) de datos de dispositivo identificadores de dispositivo que identifican dispositivos eléctricos (208) localizados en dicha área dada.
- 45 16.- Un método de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende:
- 45 usar los identificadores de dispositivo para monitorizar, en el nodo (202) de control, los patrones de consumo y/o provisión de energía eléctrica de los dispositivos eléctricos (208), para compilar información estadística que se refiere a patrones de consumo/provisión de energía eléctrica asociados con dispositivos eléctricos (208);
- 50 almacenar la información estadística en la base (606) de datos de dispositivo; y
- 50 adjudicar dispositivos eléctricos (208) a grupos en base a la información estadística.
- 55 17.- Un método de acuerdo tanto con la reivindicación 15 como con la reivindicación 16, en el que el nodo (202) de control es dispuesto para comunicarse con un nodo central (200), comprendiendo el nodo central (200) una base (406) de datos de usuario, identificando la base (406) de datos de dispositivo un usuario asociado con cada uno de los dispositivos eléctricos (208).
- 60 18.- Un método de acuerdo con la reivindicación 17, en el que la base (606) de datos de dispositivo es dispuesta para almacenar identificadores adicionales, diferentes a dichos identificadores de dispositivo, identificando cada uno de los identificadores adicionales un dispositivo eléctrico (208), comprendiendo la base (406) de datos de usuario dichos identificadores adicionales.
- 65 19.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha pluralidad de dispositivos eléctricos (208) es distribuida entre una pluralidad de premisas en dicha área geográfica.
- 65 20.- Un nodo (202) de control para controlar el consumo de energía eléctrica en una red de distribución de electricidad, la red de distribución de electricidad suministrando energía eléctrica a una área geográfica, una

pluralidad de dispositivos eléctricos siendo distribuidos en dicha área geográfica, en la que cada uno de los dispositivos eléctricos (208) es conectable a la red de distribución de electricidad para consumir energía eléctrica proporcionada desde ella, incrementando así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, y/o para proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad, disminuyendo así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, comprendiendo el nodo (202) de control:

5 un medio (608) de comunicaciones, siendo el medio (608) de comunicaciones para enviar peticiones para la recepción a los dispositivos eléctricos (208), y para comunicar con un nodo central (200), el nodo central (200) comprendiendo una base (606) de datos de dispositivo dispuesta para almacenar información de perfil que se refiere a cada uno de los dispositivos eléctricos (208);

10 medios (610) de entrada dispuestos para recibir una indicación de un periodo de tiempo futuro durante el cual el consumo de energía eléctrica en la red de distribución de electricidad ha de ser controlado; y

15 medios (604) de procesamiento dispuestos para:

seleccionar (804), en base a dicha información de perfil, una pluralidad de grupos de dichos dispositivos eléctricos (208), cada grupo comprendiendo una pluralidad de dichos dispositivos eléctricos;

20 dividir (806) dicho periodo de tiempo futuro en una pluralidad de intervalos de tiempo, siendo cada intervalo de tiempo un intervalo de tiempo de dicho periodo de tiempo futuro cuyo consumo de energía eléctrica neto de un grupo asociado ha de ser controlado;

25 asociar (808) una o más de las pluralidades de intervalos de tiempo con cada uno de los grupos seleccionados, siendo uno o más intervalos de tiempo asociados con un grupo seleccionado dado diferente a uno o más intervalos de tiempo asociados con los otros grupos seleccionados; y

30 enviar (810) una o más peticiones, por mediación de los medios de comunicaciones, para la recepción en los dispositivos eléctricos (808) de los grupos seleccionados, para controlar el consumo y/o la provisión de energía eléctrica mediante dispositivos eléctricos (808), reduciendo así un consumo neto de energía eléctrica en dicha área geográfica, durante un intervalo de tiempo asociado respectivo.

35 21.- Un sistema para controlar el consumo de energía eléctrica en una red de distribución de electricidad, suministrando la red de distribución de electricidad energía eléctrica a un área geográfica, una pluralidad de dispositivos eléctricos (208) siendo distribuidos en dicha área geográfica, en la que cada uno de los dispositivos eléctricos (208) es conectable a la red de distribución de electricidad para consumir energía eléctrica provista desde ella, incrementando así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, y/o para proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad, disminuyendo así una cantidad neta de consumo de energía eléctrica en dicha área geográfica, comprendiendo el sistema:

40 40 una pluralidad de nodos (202) de control de acuerdo con la reivindicación 20, cada uno de los cuales es asociado con un área diferente del área geográfica; y

dicho nodo central (200).

45 45 22.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 21, en el que los dispositivos eléctricos (208) cuya información de perfil es almacenada en la base (606) de datos de dispositivo están asociados con diferentes cuentas de usuario, y el nodo central (200) comprende una interfaz (410) de usuario para que dicho usuario acceda a dicha cuenta y para alterar información almacenada en la base (606) de datos de dispositivo.

Figura 1

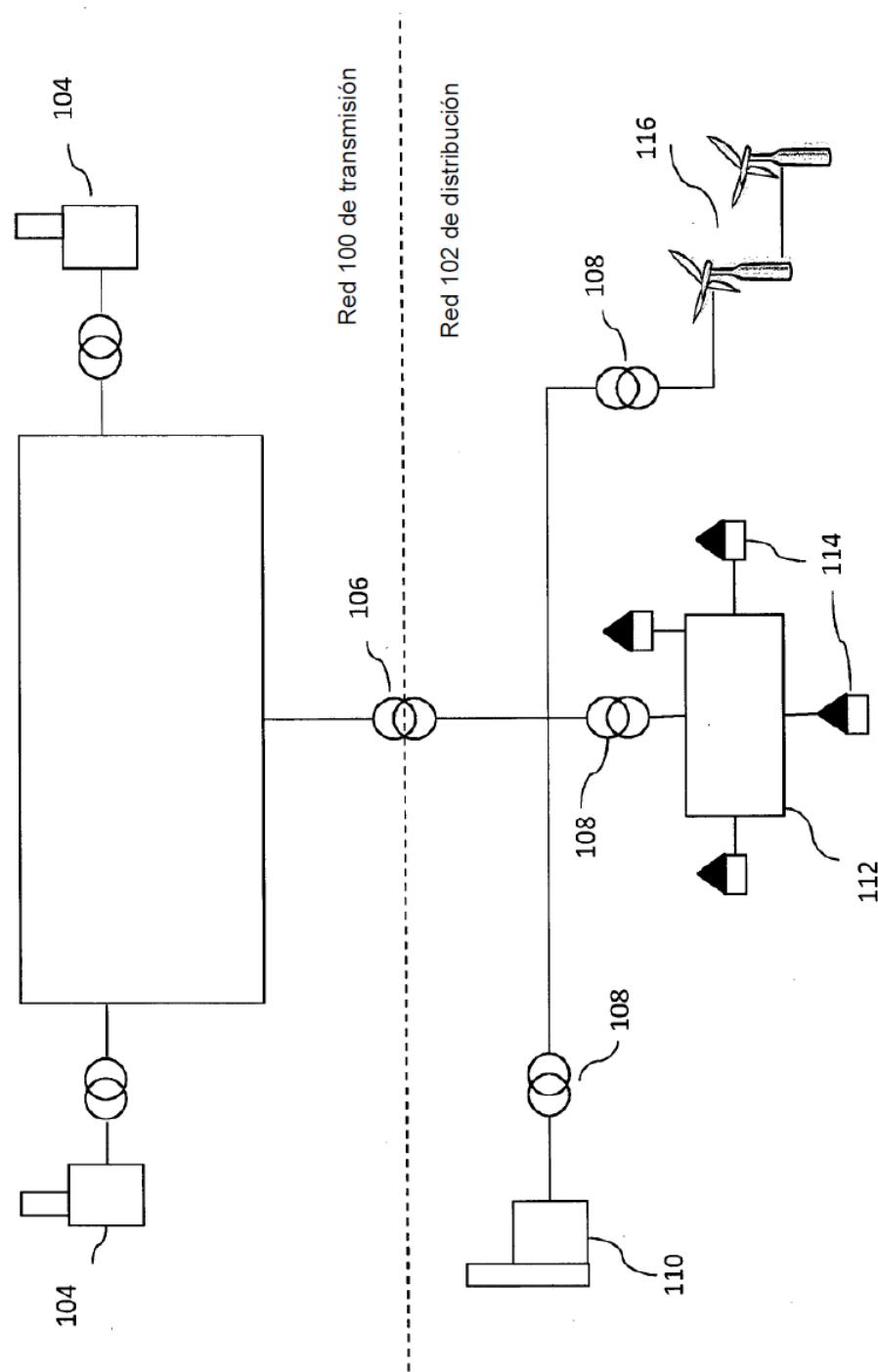


Figura 2

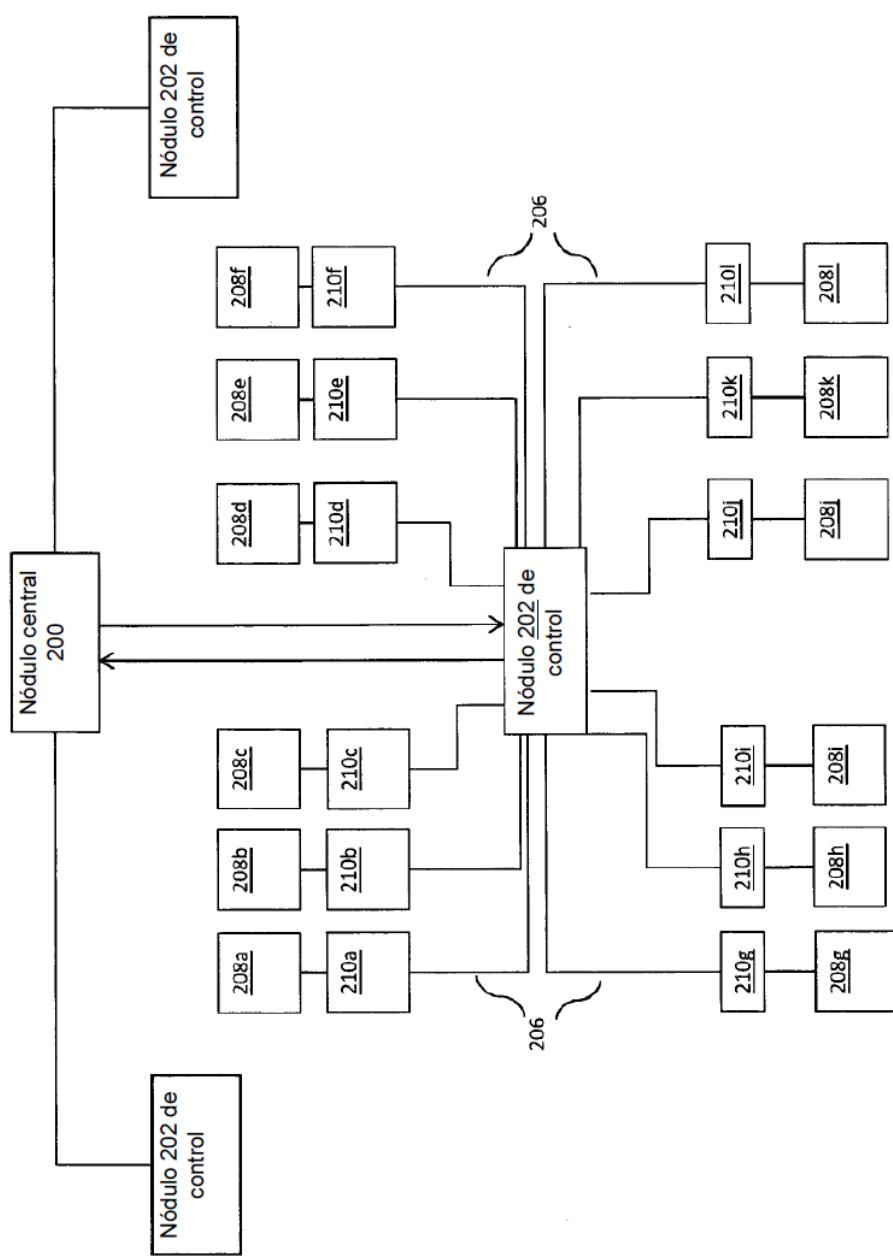


Figura 3

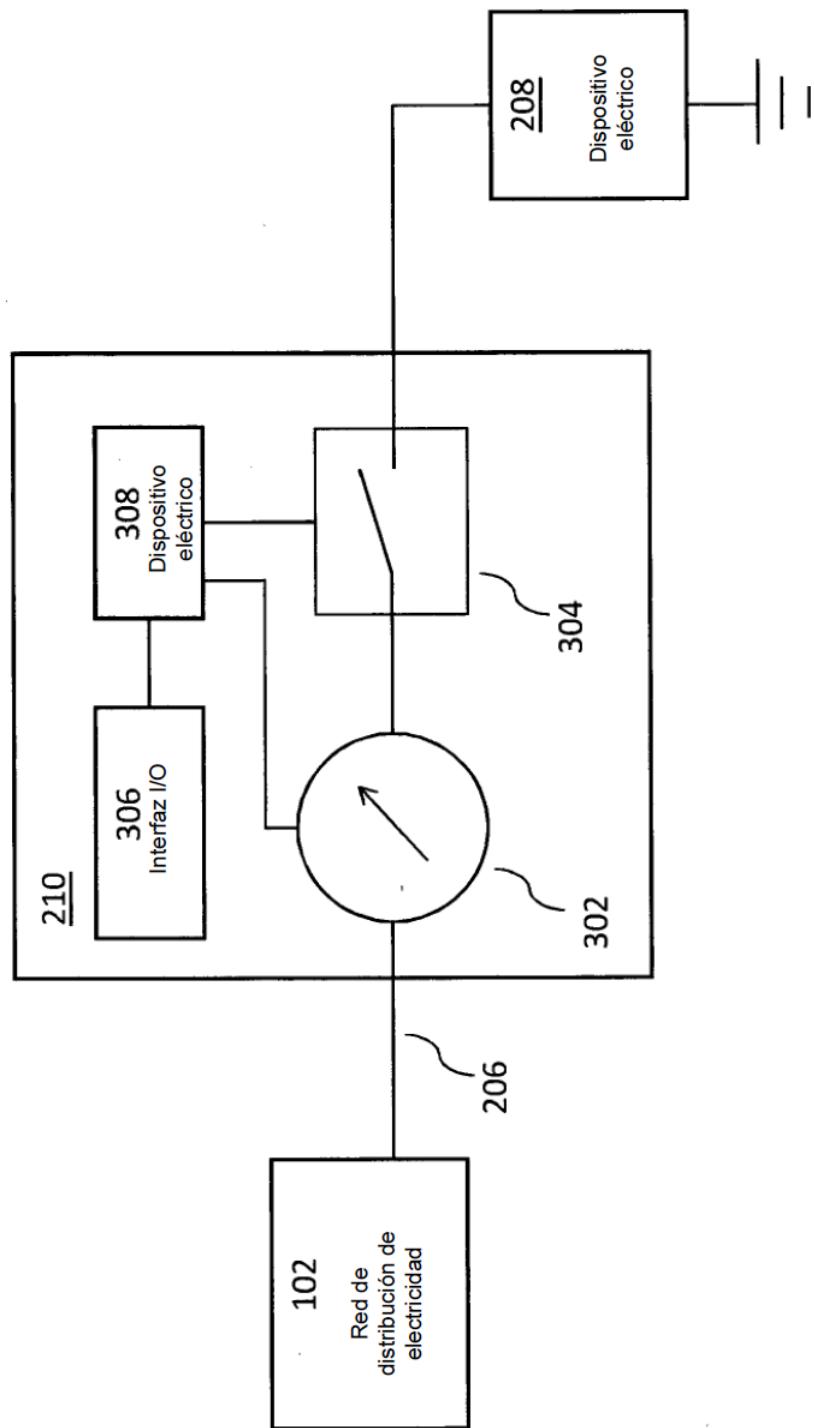


Figura 4

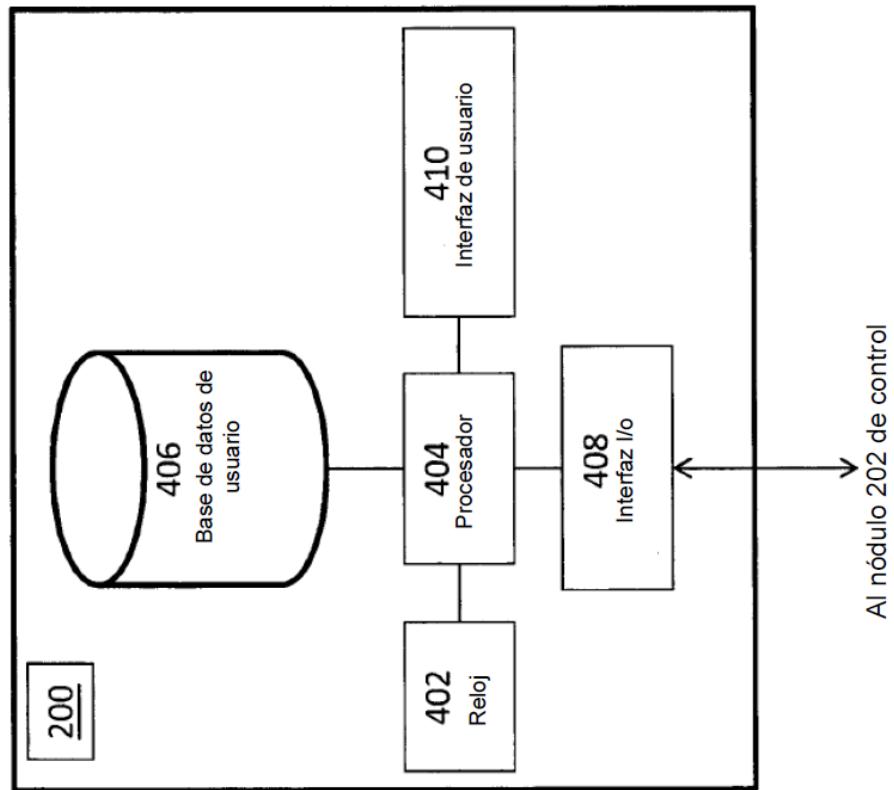


Figura 5

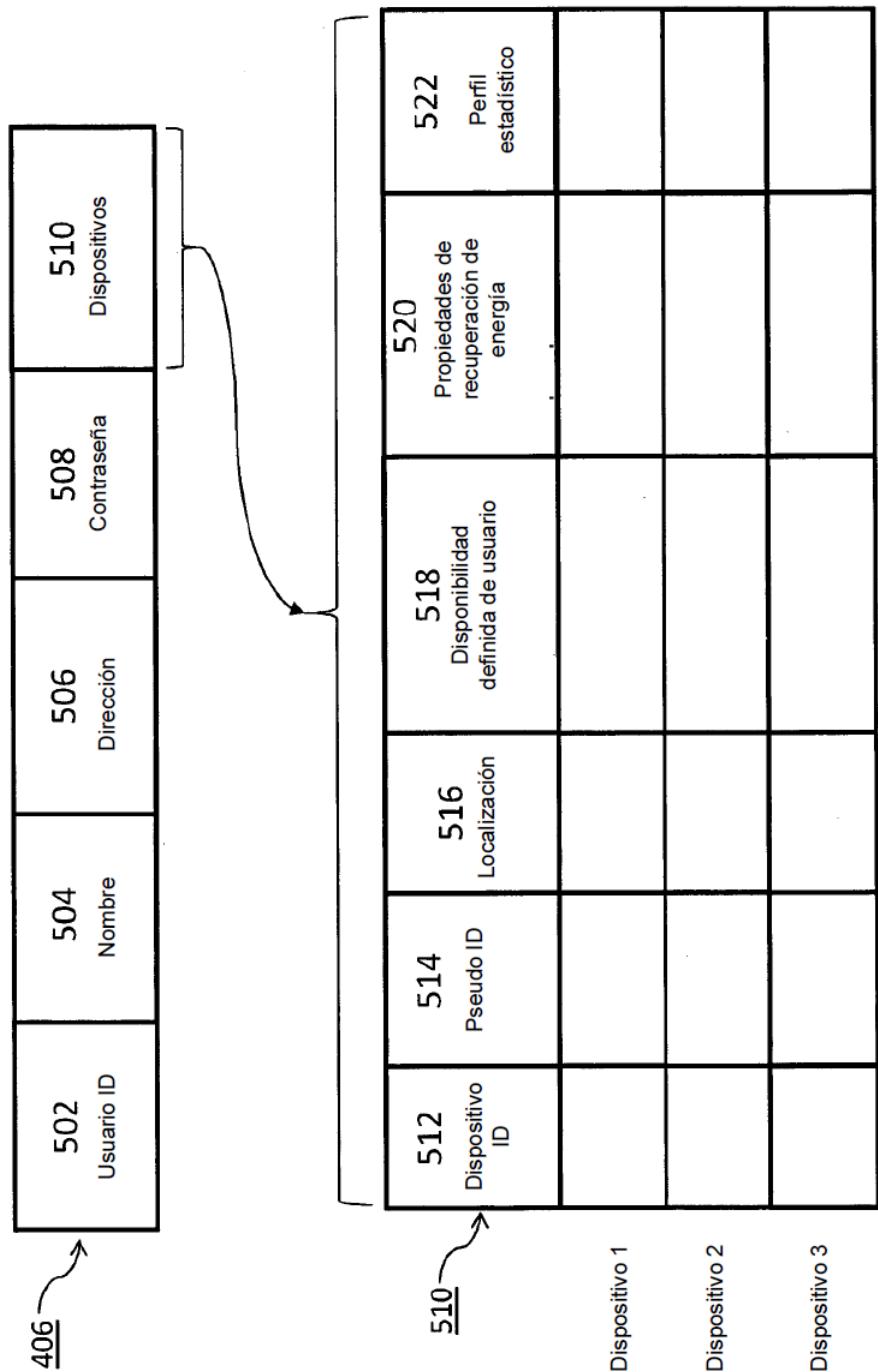


Figura 6

Nódulo central 200

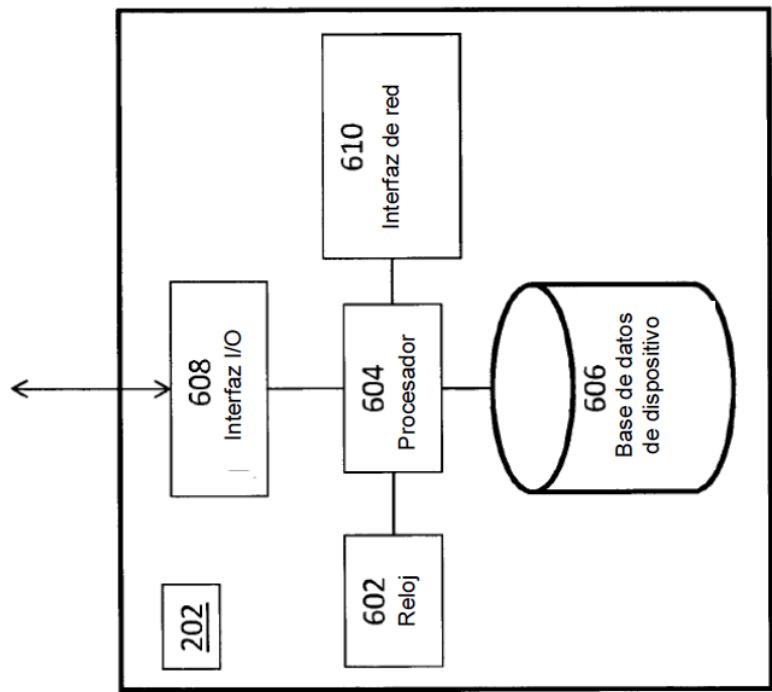


Figura 7

702 Dispositivo ID	704 Pseudo ID	706 Localización	708 Disponibilidad definida de usuario	710 Propiedades de recuperación de energía	712 Estadísticas registradas
Dispositivo 1					
Dispositivo 2					
Dispositivo 3					

606 ↗

Figura 8

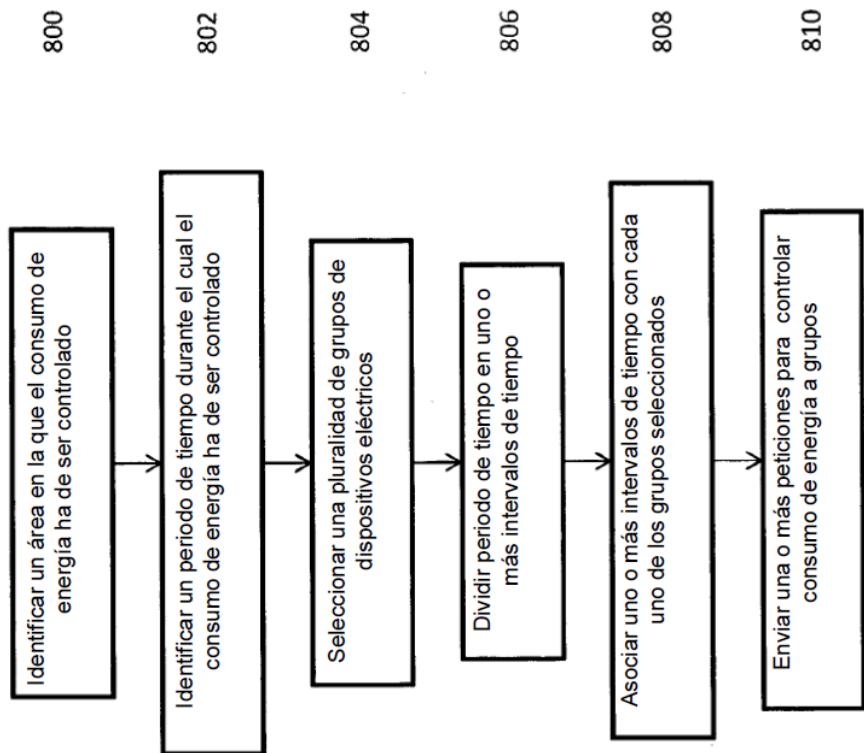


Figura 9

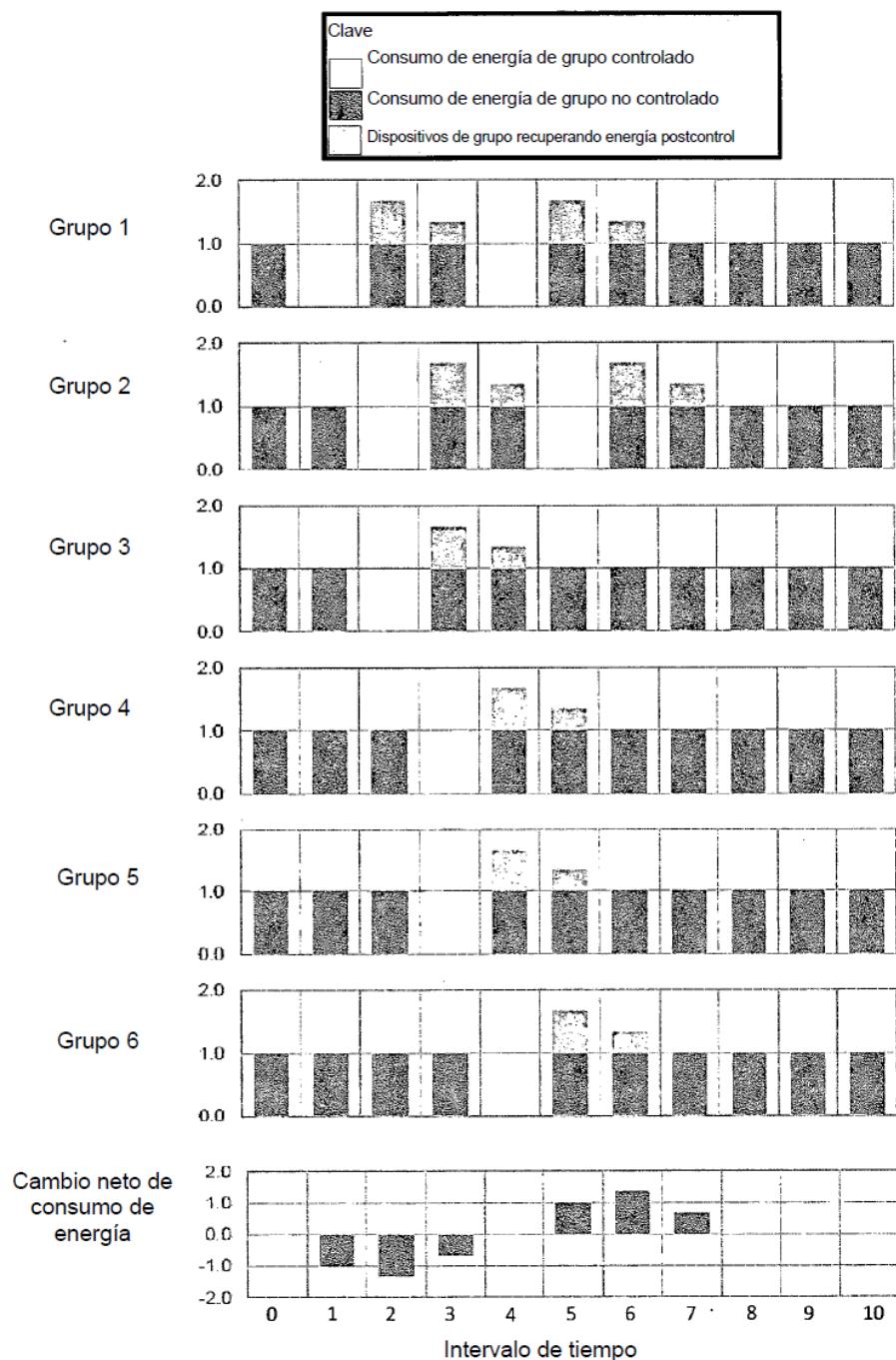


Figura 10

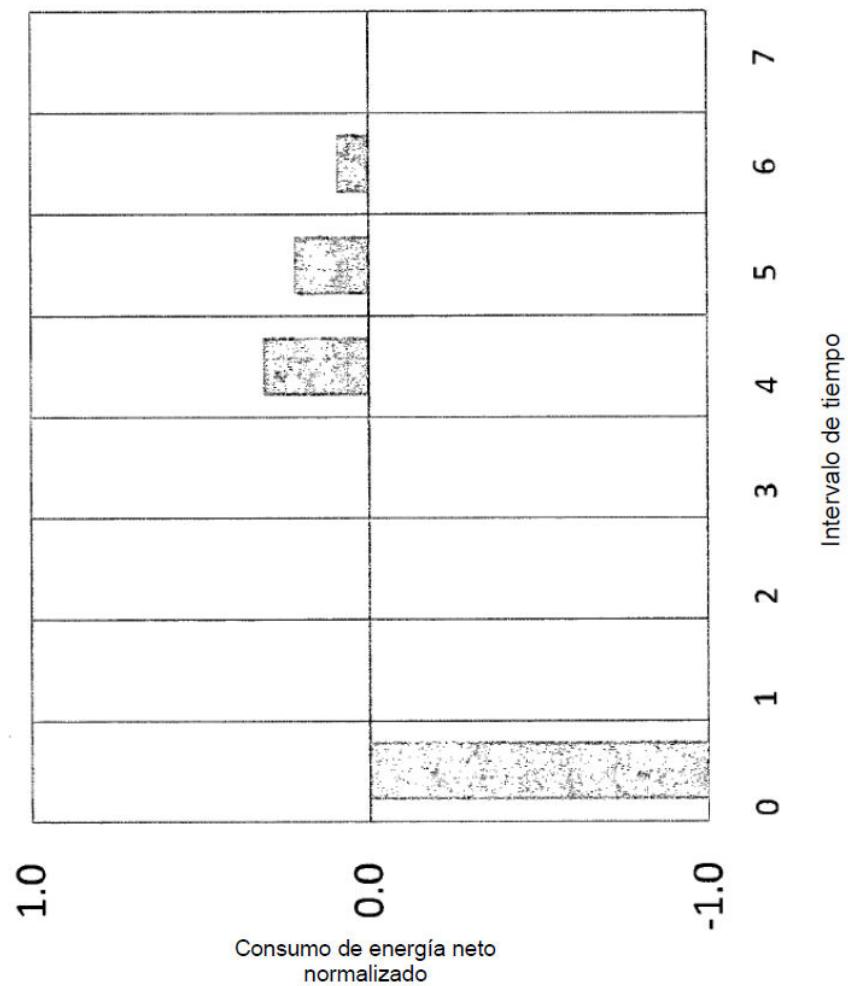


Figura 11a

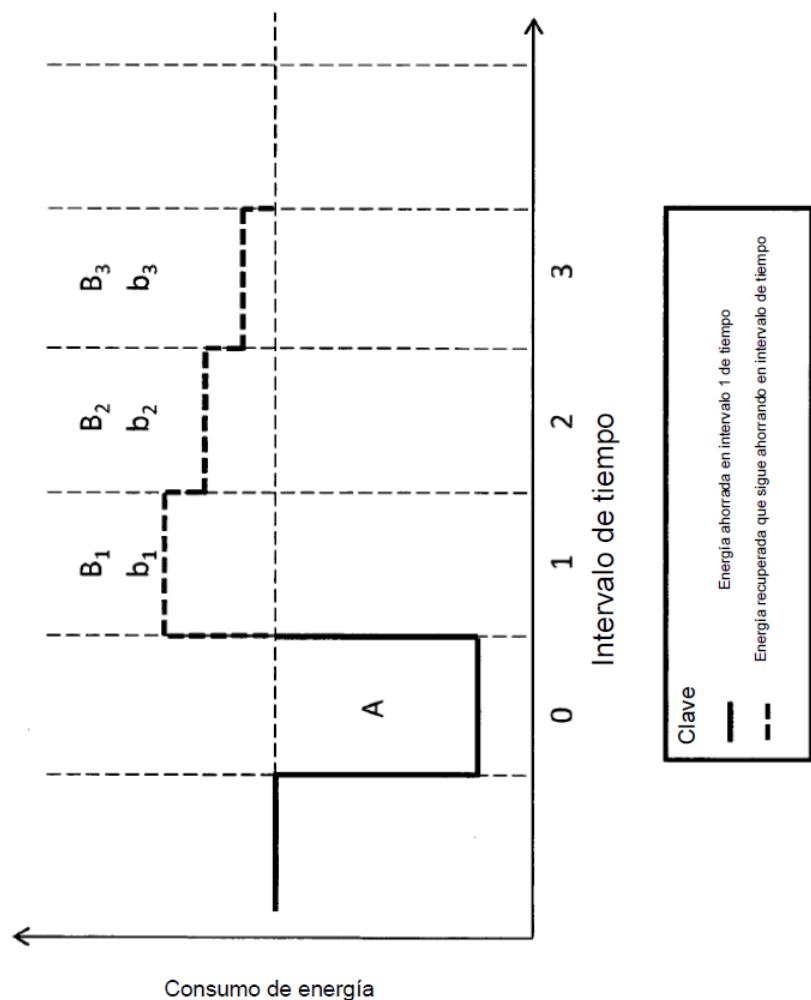


Figura 11b

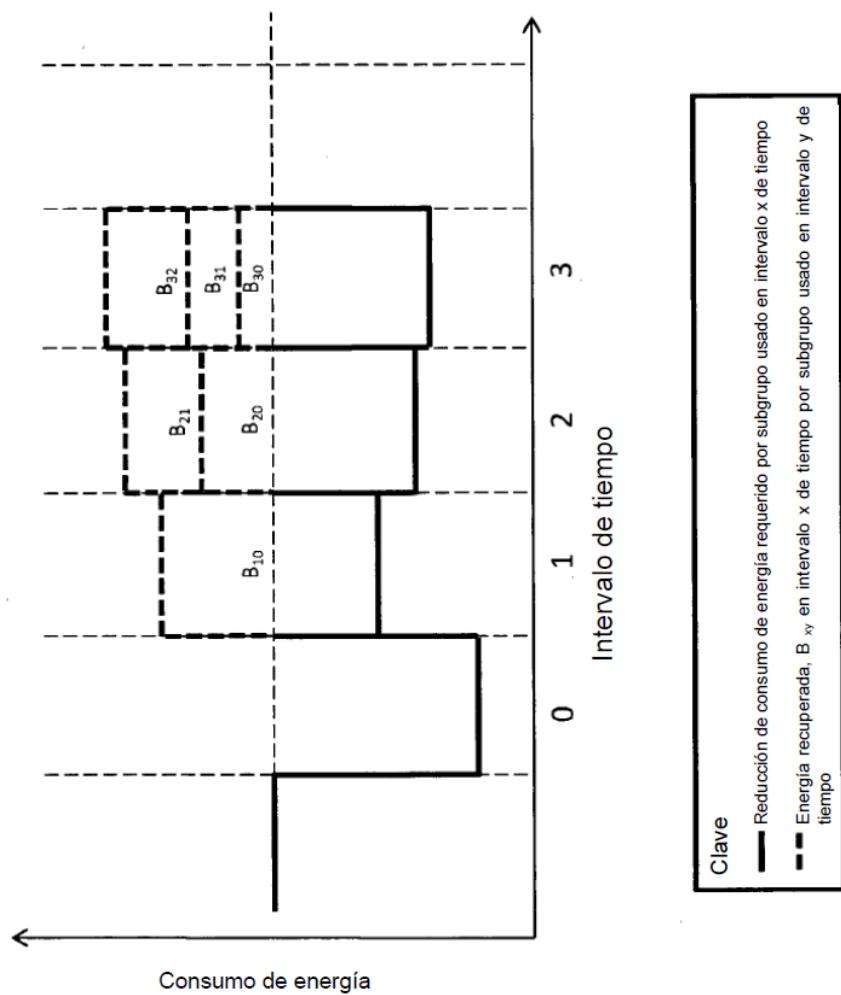


Figura 12 a

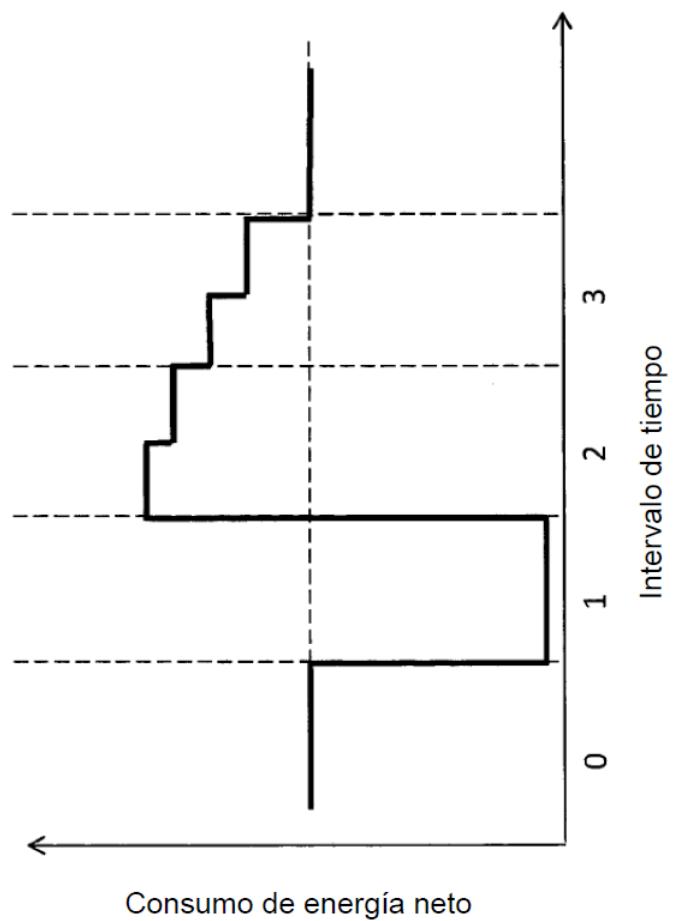


Figura 12b

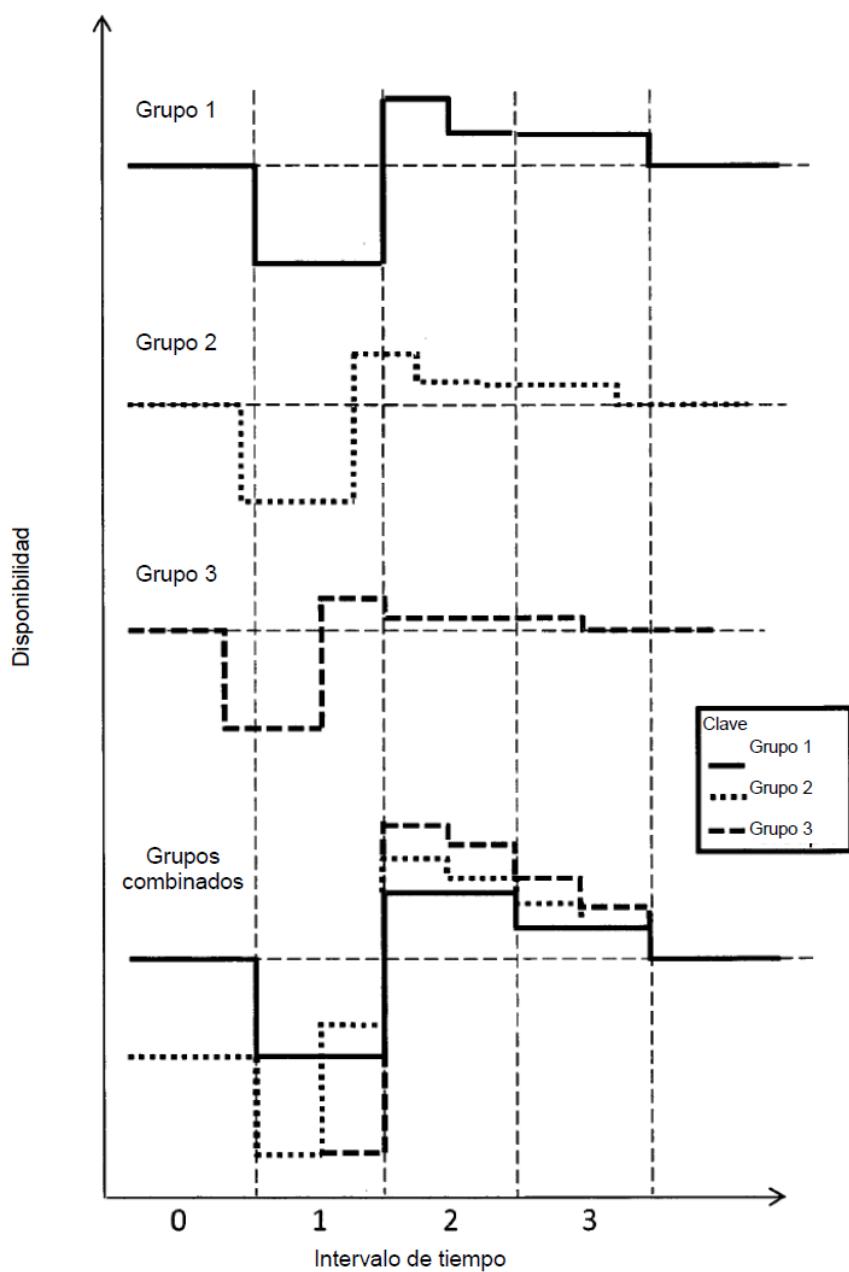


Figura 13

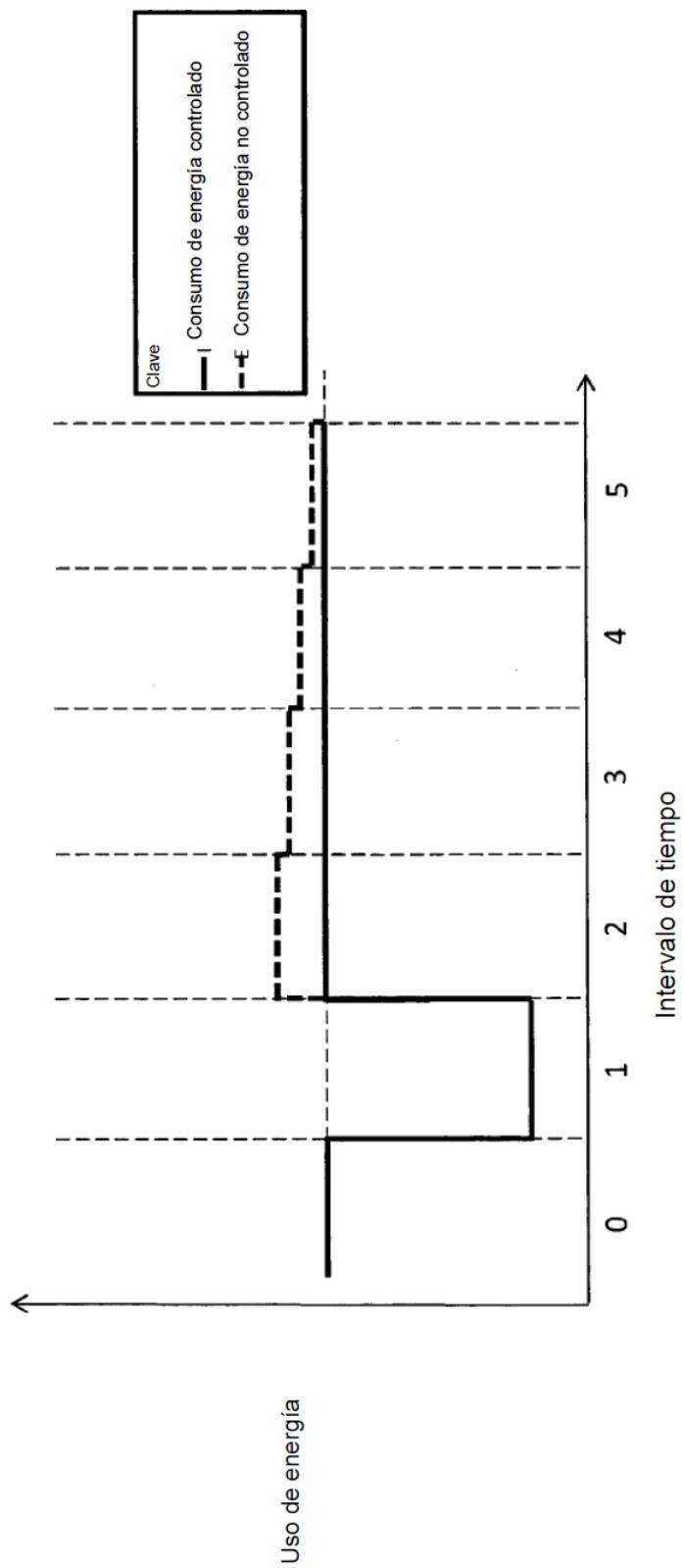


Figura 14a

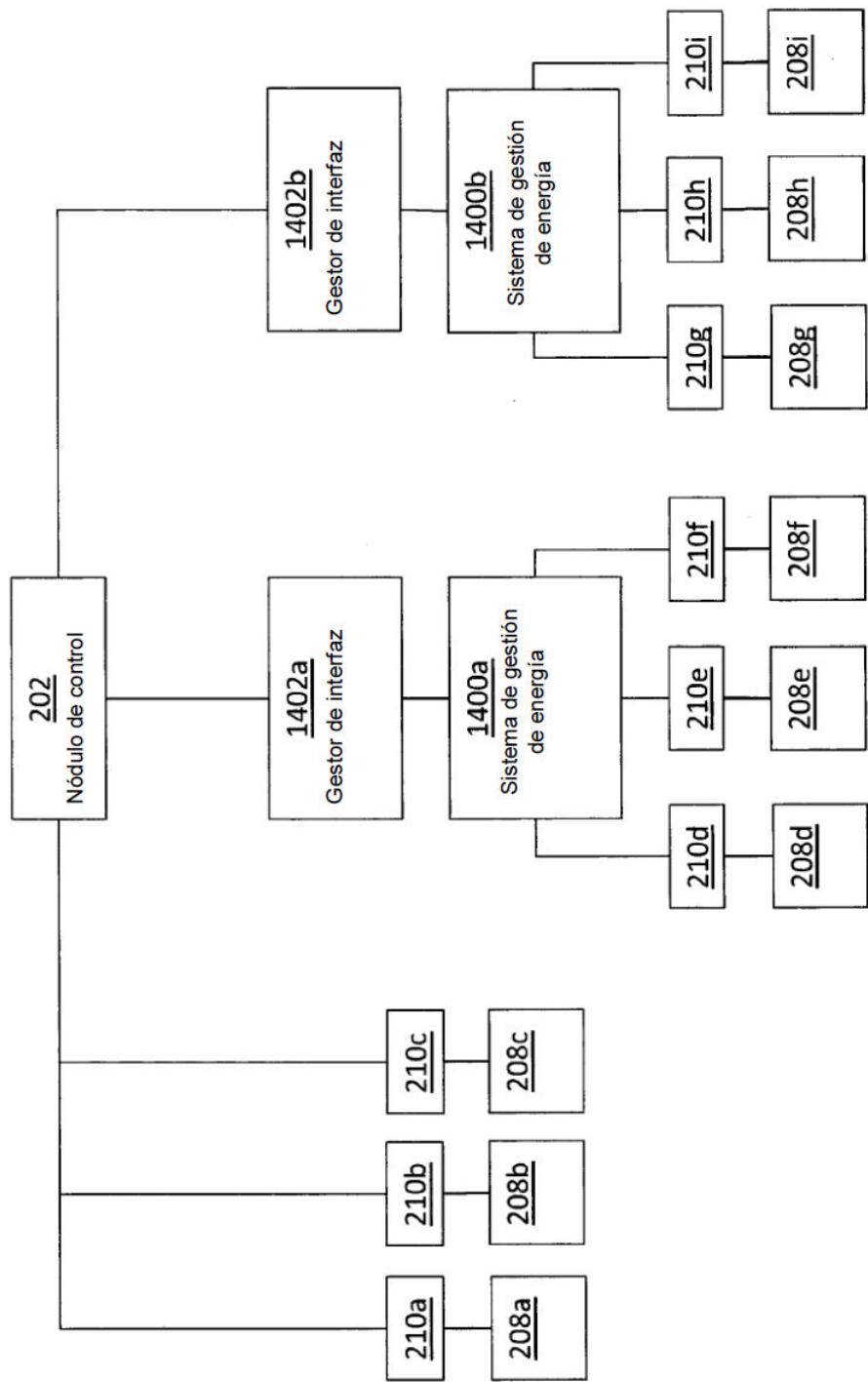


Figura 14b

