

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 283**

51 Int. Cl.:

**G01D 4/00** (2006.01)

**H02J 3/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2016** **E 16187556 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019** **EP 3293494**

54 Título: **Dispositivo electrónico para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.12.2019**

73 Titular/es:

**AUTOMATION ENGINEERING INNOVATION  
S.R.L. (100.0%)  
Via Popilia 250  
87100 Cosenza (CS), IT**

72 Inventor/es:

**D'AGOSTINO, VINCENZO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 734 283 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**

Dispositivo electrónico para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en términos generales al sector de gestión de energía eléctrica.

10 Más en particular, la presente invención se refiere a un dispositivo electrónico para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica de tipo doméstico o industrial.

TÉCNICA EXISTENTE

15 Desde hace tiempo se conocen dispositivos electrónicos para controlar plantas eléctricas, los cuales tienen la función de controlar el flujo de energía eléctrica desde la red de distribución eléctrica hasta la planta eléctrica de un usuario de tipo doméstico o industrial.

20 El cometido de dichos dispositivos conocidos es el de monitorear el valor de la energía eléctrica instantánea y/o de calcular el valor de la energía eléctrica media absorbida por la red de distribución eléctrica y de desconectar la planta eléctrica en el caso de presencia de una condición de sobrecarga.

El Solicitante ha observado que los dispositivos conocidos presentan las siguientes desventajas:

- 25 - son muchas las veces que se alcanza la condición de sobrecarga (con consiguiente interrupción de entrega de energía eléctrica a la planta eléctrica), lo cual reduce la energía eléctrica que se suministra efectivamente al usuario de la planta eléctrica;
- la interrupción de entrega de energía eléctrica a la planta eléctrica se produce de manera instantánea;
- no se tienen en cuenta los diferentes tipos de cargas eléctricas conectadas a la planta eléctrica.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un dispositivo electrónico para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica según está definido en la anexa reivindicación 1 y sus realizaciones preferidas descritas en las reivindicaciones dependientes de 2 a 10.

35 El Solicitante ha percibido que el dispositivo electrónico según la presente invención presenta las siguientes ventajas:

- 40 - reduce la cantidad de interrupciones (apagones) de suministro de energía eléctrica a la planta eléctrica, aumentando así la energía eléctrica que viene suministrada efectivamente al usuario de la planta eléctrica;
- efectúa una desconexión selectiva de una parte de las cargas eléctricas conectadas a la planta eléctrica, permitiendo así continuar a alimentar la parte restante de las cargas eléctricas;
- 45 - tiene en cuenta los distintos tipos de cargas eléctricas conectadas a la planta eléctrica (por ejemplo, la distinta prioridad entre dos o varias cargas eléctricas o la distinta potencia nominal absorbida por las cargas eléctricas).

50 También es objeto de la presente invención un sistema para administrar la energía eléctrica de una planta eléctrica según está definido en la anexa reivindicación 11.

Otro objeto de la presente invención es un método para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica según está definido en la anexa reivindicación 12 y mediante sus realizaciones preferidas descritas en las reivindicaciones dependientes 13 y 14.

55 Otro objeto de la presente invención es un programa de ordenador definido en la anexa reivindicación 15.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de gestión de energía eléctrica de una planta eléctrica de conformidad con la invención.

La figura 2 muestra las posibles zonas de funcionamiento de la planta eléctrica controlada por el sistema de gestión de conformidad con la invención, en función de la potencia media absorbida y del tiempo.

La figura 3 muestra una posible tendencia de algunas señales eléctricas del sistema de gestión de energía eléctrica de la figura 1.

5 Las figuras 4A-4D muestran el diagrama de flujo del método para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica de conformidad con una primera realización de la invención.

La figura 5 muestra el diagrama de flujo de un posible criterio para desconectar cargas eléctricas de la planta eléctrica.

10 La figura 6 muestra el diagrama de flujo de un posible criterio para conectar cargas eléctricas a la planta eléctrica.

Las figuras 7A y 7B muestran el diagrama de flujo del método para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica de conformidad con una segunda realización de la invención.

15 MEJOR MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

Cabe observar que en la descripción que sigue bloques, componentes o módulos idénticos o análogos están indicados en las figuras con los mismos números de referencia.

20 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema (50) de gestión de energía eléctrica de una planta eléctrica (40) de conformidad con la invención.

La planta eléctrica (40) puede ser de tipo doméstico o industrial.

25 El sistema (50) comprende:

- la planta eléctrica (40);
- dos cargas eléctricas (30 y 31);
- un dispositivo electrónico de control (1);
- un contador eléctrico (41).

30 Cabe observar que, por motivos de simplicidad, a los efectos de la descripción de la invención se consideraron solamente dos cargas eléctricas (30 y 31); sin embargo, en términos más generales la invención se puede aplicar a por lo menos una carga eléctrica.

35 La función del dispositivo electrónico de control (1) es la de controlar la energía eléctrica entregada por la red de distribución eléctrica a la planta eléctrica (40), como se describirá a continuación más en detalles.

40 El dispositivo electrónico de control (1) está ubicado, por ejemplo, en el mismo lugar donde se halla la planta eléctrica (40), como por ejemplo en un ambiente doméstico o en una oficina.

En particular, el dispositivo electrónico (1) puede estar instalado entre el contador electrónico (41) y la planta eléctrica (40), como se muestra esquemáticamente en la figura 1.

45 Alternativamente, el dispositivo electrónico (1) puede estar integrado en el contador electrónico (41).

Alternativamente, el contador electrónico (41) puede ser programado de manera diferente en términos de software y puede ser modificado de modo adecuado en términos de hardware para poder llevar a cabo el método para controlar la energía eléctrica, como se explicará en lo que sigue de la descripción del diagrama de flujo (100) de las figuras 4A-4D.

50 Las dos cargas eléctricas (30 y 31) están conectadas eléctricamente a la planta eléctrica (40) de modo tal de poder ser conmutadas.

55 En particular, cada una de las dos cargas eléctricas puede ser conmutada entre la condición de conectada, en la cual la carga eléctrica está conectada eléctricamente a la planta eléctrica (40), y la condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica está desconectada eléctricamente de la planta eléctrica (40).

60 La condición de conectada/desconectada de la carga eléctrica (30) está denotada en la figura 3 mediante S<sub>hp</sub>, donde S<sub>hp</sub> asume un valor lógico bajo para indicar la condición de conectada, en la cual la carga eléctrica (30) está conectada a la planta eléctrica (40), mientras que S<sub>hp</sub> asume un valor lógico alto para indicar la condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica (30) está desconectada de la planta eléctrica (40).

65 Análogamente, en la figura 3 la condición de conectada/desconectada de la carga eléctrica (31) está denotada mediante S<sub>lp</sub>, donde S<sub>lp</sub> asume un valor lógico bajo para indicar la condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica (31) está conectada eléctricamente a la planta eléctrica (40), mientras que S<sub>lp</sub> asume un valor lógico alto

para indicar la condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica (31) está desconectada eléctricamente de la planta eléctrica (40).

5 Las cargas eléctricas pueden ser, por ejemplo, uno o varios aparatos eléctricos seleccionados entre los que se indican a continuación:

- uno o varios electrodomésticos;
- sistemas de iluminación;
- 10 - uno o varios dispositivos electrónicos, como por ejemplo ordenadores personales, servidores;
- sistemas antirrobo;
- sistemas de videovigilancia;
- máquinas herramientas;
- sistemas domésticos del tipo ventilación, climatización y refrigeración (en inglés, HVAC);
- 15 - sistemas domóticos;
- sistemas para la purificación del agua de piscinas u otros sistemas similares.

El contador electrónico (41) está dispuesto entre la red de distribución eléctrica y la planta eléctrica (40).

20 La función del contador electrónico (41) es la de recibir una tensión eléctrica de distribución ( $V_{db}$ ) y una corriente eléctrica de distribución ( $I_{db}$ ) desde una red de distribución eléctrica (no mostrada en la figura 1) y la de suministrar energía eléctrica a la planta eléctrica (40), alimentándola con una tensión eléctrica ( $V_u$ ) y una corriente eléctrica ( $I_u$ ).

25 Asimismo, el contador electrónico (41) está configurado para interrumpir (por medio de un interruptor interno) la entrega de la energía eléctrica hacia la planta eléctrica (40) en el caso de que en la planta eléctrica (40) se produzca una condición de sobrecarga, teniendo en cuenta la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40), el valor de energía eléctrica instalada (de contrato) y los valores del primer y segundo umbral temporal ( $T1_{th}$  y  $T2_{th}$ ).

30 El término "energía eléctrica instalada o de contrato" debe ser entendido como el valor de potencia eléctrica garantizada por el gestor de la red a un usuario de la red eléctrica (es decir, la potencia eléctrica que la planta eléctrica (40) puede absorber de la red de distribución eléctrica) y que viene establecida al momento de firmar el contrato de suministro por parte del usuario de la red eléctrica.

35 Por ejemplo, en el caso de una planta eléctrica (40) de tipo doméstico, el valor de energía eléctrica instalada es 3 Kw. El dispositivo electrónico de control (1) comprende, a su vez, un sensor (2), una unidad de control (3) y una unidad de conmutación (4).

40 La función del sensor (2) es la de medir la tensión eléctrica ( $V_u$ ) y la corriente eléctrica ( $I_u$ ) de la planta eléctrica (40) y, además, el sensor está configurado para generar una señal de medida ( $S_{ms}$ ) que indica dichos valores medidos de tensión eléctrica ( $V_u$ ) y de corriente eléctrica ( $I_u$ ).

El sensor (2), por ejemplo, puede ser un transformador con un primer bobinado conectado eléctricamente a la planta eléctrica (40) y un segundo bobinado conectado eléctricamente a la unidad de control (3).

45 La unidad de control (3) está conectada eléctricamente al por lo menos un sensor (2) y comprende un terminal de entrada apto para recibir la señal de medida ( $S_{ms}$ ).

Asimismo, la unidad de control (3) comprende un terminal de salida apto para transmitir una señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) que indica la conexión de conectada/desconectada de las cargas eléctricas (30 y 31).

50 Por lo tanto, cada una de las cargas eléctricas (30, 31) puede asumir las siguientes dos condiciones:

- condición de "conectada", en la cual la carga eléctrica está conectada eléctricamente a la planta eléctrica (40);
- 55 - condición de "desconectada", en la cual la carga eléctrica está desconectada eléctricamente de la planta eléctrica (40).

La unidad de conmutación (4) está conectada eléctricamente a la unidad de control (3) y comprende un terminal de entrada apto para recibir la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) que indica la conexión de conectada o desconectada.

60 Asimismo, la unidad de conmutación (4) comprende un terminal de salida apto para transmitir una señal de control ( $S_{drv}$ ) para controlar la conexión y desconexión de las cargas eléctricas (30, 31) a la planta eléctrica (40) y de la planta eléctrica (40) respectivamente.

65 Alternativamente, la unidad de conmutación (4) está dispuesta externa al dispositivo electrónico de control (1) y puede estar conectada directamente a las cargas eléctricas (30, 31); en este caso cada unidad de conmutación está

conectada al dispositivo electrónico de control (1) por medio de la señal de conmutación (S\_sw) del tipo radiofrecuencia, por ejemplo Wi-Fi o Bluetooth.

5 Preferentemente, el dispositivo electrónico de control (1) comprende, además, una unidad de señalización acústica conectada eléctricamente a la unidad de control (3) cuya función es la de emitir una señal acústica para indicarle al usuario que la potencia eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40) ha superado un valor correlacionado con la energía eléctrica instalada.

10 Preferentemente, el dispositivo electrónico (1) comprende, además, una unidad de interacción con el usuario para permitirle al usuario interactuar con el mismo dispositivo electrónico (1).

15 La unidad de interacción con el usuario comprende, por ejemplo, un teclado para ingresar los mandos de configuración para el funcionamiento del dispositivo electrónico (1) y mandos de lectura de información almacenada en el dispositivo electrónico (1) y comprende una pantalla para visualizar la información solicitada; alternativamente, la unidad de interacción con el usuario comprende una pantalla táctil que permite tanto ingresar los mandos de configuración y lectura como visualizar la información solicitada.

20 Preferentemente, el dispositivo electrónico (1) comprende, además, una memoria no volátil para almacenar los valores de las cantidades eléctricas medidas, en particular los valores máximo y mínimo de la tensión medida en la planta eléctrica (40) en un determinado intervalo de tiempo (por ejemplo 24 horas), junto con un marcador temporal para cada valor de tensión memorizado.

25 Usando la memoria es posible conseguir una base de datos permanente con la cual el usuario (por ejemplo, un experto técnico especializado del proveedor de energía eléctrica o incluso el usuario final) puede realizar un análisis pormenorizado y preciso de cuántas veces los valores de tensión difirieron con respecto a los valores que debían ser garantizados por contrato por parte del proveedor de energía eléctrica y puede analizar los consumos con respecto a un determinado intervalo temporal.

30 Preferentemente, el dispositivo electrónico (1) comprende, además, un transceptor de señales para poner al mismo dispositivo electrónico (1) en comunicación con otros dispositivos externos al dispositivo electrónico (1), por medio de un canal de comunicación de corta distancia o por medio de una red de comunicación de larga distancia de tipo fijo o radiofrecuencia.

35 El transceptor puede ser elegido entre los siguientes dispositivos:

- una puerta serial RS485, RS232 o RS 422;
- una puerta para comunicación Ethernet;
- un módulo para comunicación radio "XBee"/"ZigBee";
- un módulo para comunicación radio GSM, GPRS, UMTS o 4G;
- 40 - un módulo para comunicación en radiofrecuencia Wi-Fi;
- un módulo para comunicación en radiofrecuencia Bluetooth.

45 Preferentemente, el sistema (50) comprende, además, una unidad de señalización externa ubicada, por ejemplo, fuera del ambiente en el cual está instalado el dispositivo electrónico de control (1), cuya función es la de generar una señal acústica o visual para:

- indicarle al usuario que la potencia eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40) ha superado un valor correlacionado con la energía eléctrica instalada;
- 50 - indicarle al usuario el estado en que se encuentra la planta eléctrica (40), como, por ejemplo, falta de tensión de red o potencia absorbida mayor que un valor umbral;
- en el caso de presencia de una planta fotovoltaica, indicar si el valor de la energía eléctrica inyectada en la planta eléctrica (40) es mayor que un valor umbral determinado;
- indicar la presencia de una condición interrupción (apagón) de la tensión eléctrica en la planta eléctrica (40).

55 Preferentemente, el sistema (50) comprende, además, una unidad de control remoto para la comunicación remota con el dispositivo de control (1) a través de una comunicación de corta distancia o por medio de una red de comunicación de larga distancia.

60 La unidad de control remoto es, por ejemplo, un ordenador personal del tipo fijo o portátil.

De manera ventajosa, la unidad de control (3) comprende una unidad de procesamiento (3-1) y una unidad de medición (3-2), las cuales están conectadas eléctricamente entre sí.

65 La función de la unidad de medición (3-2) es la de procesar los valores de las medidas de tensión y a partir de ellos calcular el valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) absorbida por la planta eléctrica (40); mientras que la función

de la unidad de procesamiento (3-1) es la de efectuar las demás funciones necesarias para generar la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ), como se explicará con mayores detalles a continuación.

5 La presencia de la unidad de medición (3-2) separada de la unidad de procesamiento (3-1) es ventajoso porque reduce el costo computacional requerido por parte de la unidad de procesamiento (3-1).

La unidad de medición (3-2) es, por ejemplo, un circuito electrónico dedicado.

10 La unidad de procesamiento (3-1) es, por ejemplo, un microcontrolador.

En el supuesto caso de que el sensor (2) fuera implementado mediante un transformador, este transformador comprendería al segundo bobinado conectado eléctricamente a la unidad de medición (3-2).

15 Con mayor nivel de detalles, la unidad de procesamiento (3-1) está configurada para calcular el valor de la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) para controlar adecuadamente la conexión/desconexión de las cargas eléctricas (30, 31) con respecto a la planta eléctrica (40), como se explicará más adelante con mayor nivel de detalles.

La figura 2 muestra las posibles zonas de funcionamiento (60-67) de la planta eléctrica (40), de conformidad con un indicador estadístico ( $\langle P \rangle$ ) de energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40) y en función de un dado intervalo temporal.

20 Dicho indicador estadístico ( $\langle P \rangle$ ) de energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40) viene seleccionado, por ejemplo, de la energía eléctrica media, moda o mediana absorbida por la planta eléctrica (40).

25 En particular, el eje x representa el indicador estadístico ( $\langle P \rangle$ ) de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40), es decir un indicador estadístico de la energía entregada por la red de distribución eléctrica a la planta eléctrica (40); el eje y, en cambio, representa un intervalo temporal.

30 Cabe observar que las posibles zonas de funcionamiento (60-67) de la planta eléctrica (40) están definidas en el eje x por el valor de un primer umbral de energía eléctrica instalada (denotado en lo que sigue mediante  $P1_{ct}$ ) y por el valor de un segundo umbral de energía eléctrica instalada (denotado en lo que sigue mediante  $P2_{ct}$ ), donde el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ).

35 Además, las zonas de funcionamiento (60-67) están definidas en el eje de ordenadas mediante el valor de un primer umbral temporal (denotado mediante  $T1_{th}$ ) y por el valor de un segundo umbral temporal (denotado en lo que sigue mediante  $T2_{th}$ ), donde el valor del segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ) es mayor que el valor del primer umbral temporal ( $T1_{th}$ ).

40 Los valores del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ), del primer umbral temporal ( $T1_{th}$ ) y del segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ) son valores definidos y tienen la función de limitar de modo adecuado el consumo de energía eléctrica proveniente de la red de distribución eléctrica mediante la planta eléctrica (40), como se explicará con mayores detalles a continuación.

45 En particular, los valores del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) vienen asignados por el gestor de la red de distribución eléctrica y calculados en función del valor de la energía eléctrica instalada ( $P_{ct}$ ).

50 Aún más en particular, el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) es igual a la suma del valor de la energía eléctrica instalada y de un porcentaje X (por ejemplo, 10%) del valor de la energía eléctrica instalada ( $P_{ct}$ ), es decir  $P1_{ct} = P_{ct} + X * P_{ct}$ ; asimismo, el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) es igual a la suma del valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y de un porcentaje Y (por ejemplo 37%) del valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), es decir  $P2_{ct} = P1_{ct} + Y * P1_{ct}$ .

55 Por ejemplo, en el caso de una planta eléctrica (40) de tipo doméstico,  $P_{ct} = 3$  Kw,  $P1_{ct} = 3,3$  Kw,  $P2_{ct} = 4,2$  Kw. Análogamente, los valores del primer umbral temporal ( $T1_{th}$ ) y del segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ) vienen asignados por el gestor de la red de distribución eléctrica.

60 Por ejemplo, en el caso de una planta eléctrica (40) de tipo doméstico en Italia,  $T1_{th} = 4$  minutos,  $T2_{th} = 180$  minutos. Con mayor nivel de detalles, en la figura 2 se puede observar que hay dos tipos de modalidades de funcionamiento de la planta eléctrica (40):

- la modalidad de funcionamiento "conectada" que comprende las zonas 65, 63, 64, 66, 67, 62 (denotadas mediante áreas vacías), donde la planta eléctrica (40) está conectada a la red de distribución eléctrica y absorbe energía eléctrica de la misma: en este caso, en la zona 65 ambas cargas eléctricas (30 y 31) pueden ser conectadas eléctricamente de manera automática a la planta eléctrica (40) por medio de un adecuado algoritmo de control de la

energía eléctrica y absorber energía eléctrica de la planta eléctrica (40), mientras que en las zonas 63, 64, 66, 67, 62 al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) viene conectada eléctricamente de manera automática a la planta eléctrica (40) por medio de dicho algoritmo de control, o bien en las zonas 65, 63, 64, 66, 67, 62 es posible que ninguna de las cargas eléctricas (30, 31) esté conectada eléctricamente a la planta eléctrica (40) en el caso que fueran desconectadas manualmente por el usuario;

- la modalidad de funcionamiento “desconectada” que comprende las zonas 60, 61 (denotada mediante áreas marcadas con rayas), donde la planta eléctrica (40) está desconectada de la red de distribución eléctrica (desde la cual no absorbe energía eléctrica) y por ende las cargas eléctricas (30 y 31) no absorben energía eléctrica proveniente de la planta eléctrica (40).

La modalidad de funcionamiento conectada de la planta eléctrica (40) comprende las siguientes zonas de funcionamiento:

- la zona de funcionamiento 65 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) comprendida entre el valor nulo y el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y definida por los valores del intervalo temporal comprendido entre el valor nulo y el valor del primer umbral temporal (T1\_th);

- la zona de funcionamiento 63 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) comprendida entre el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal comprendido entre el valor nulo y el valor del primer umbral temporal (T1\_th);

- la zona de funcionamiento 64 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal comprendido entre el valor nulo y el valor del primer umbral temporal (T1\_th);

- la zona de funcionamiento 66 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) comprendida entre el valor nulo y el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal comprendido entre el primer umbral temporal (T1\_th) y el valor del segundo umbral temporal (T2\_th);

- la zona de funcionamiento 67 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) comprendida entre el valor nulo y el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal mayor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th);

- la zona de funcionamiento 62 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) comprendida entre el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal comprendido entre el valor del primer umbral temporal (T1\_th) y el valor del segundo umbral temporal (T2\_th).

La modalidad de funcionamiento desconectada de la planta eléctrica (40) comprende las siguientes zonas de funcionamiento:

- la zona de funcionamiento 61 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th);

- la zona de funcionamiento 60 definida mediante los valores del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) comprendida entre el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y definida mediante los valores del intervalo temporal mayor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th).

De conformidad con la invención, la unidad de procesamiento (3-1) puede generar los valores de la señal de conmutación (S\_sw) para controlar adecuadamente la desconexión y conexión de las cargas eléctricas (30, 31), de modo de mantener la planta eléctrica (40) en funcionamiento en la modalidad de funcionamiento conectada, es decir en las zonas de funcionamiento 65, 63, 64, 66, 67, 62 donde al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) está conectada a la planta eléctrica (40) y absorbe energía eléctrica de la misma.

En otros términos, de conformidad con la invención se lleva a cabo la desconexión de una o varias cargas eléctricas (30, 31) antes de que se presente la condición en la cual el valor del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) (por ejemplo, la potencia media absorbida por la planta eléctrica (40)) supera valores correlacionados con la energía eléctrica instalada por un intervalo temporal mayor que el primero y/o el segundo umbral temporal (T1\_th, T2\_th), como se explicará con mayores detalles a continuación.

En particular, de conformidad con la invención se impide que el valor del indicador estadístico de la energía eléctrica absorbida (<P>) (por ejemplo la potencia media absorbida por la planta eléctrica (40)) sea mayor que el segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) (por ejemplo, 4,2 Kw) por un intervalo temporal igual o mayor que el primer umbral temporal (T1\_th) (por ejemplo, 4 minutos) y se impide que el valor del indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P>) (en el ejemplo, la potencia media absorbida por la planta eléctrica (40)) sea mayor que el

primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) (por ejemplo 3,3 Kw) por un intervalo temporal igual o mayor que el segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ) (por ejemplo 180 minutos).

Con mayor nivel de detalles, la unidad de procesamiento (3-1) está configurada para generar los valores de la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) para controlar adecuadamente la desconexión y conexión de las cargas eléctricas (30, 31), en función de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) absorbida por la planta eléctrica (40) y en función de la comparación entre los valores del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ), del primer umbral temporal ( $T1_{th}$ ) y del segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ) y los siguientes parámetros de cálculo:

- un primer indicador estadístico de energía eléctrica (denotado en lo que sigue mediante  $\langle P1 \rangle$ ) absorbida por la planta eléctrica (40) durante el primer intervalo temporal de exceso;
- un segundo indicador estadístico de energía eléctrica (denotado en lo que sigue mediante  $\langle P2 \rangle$ ) absorbida por la planta eléctrica (40) durante un segundo intervalo temporal de exceso;
- un primer intervalo temporal de intervención, denotado en lo que sigue mediante  $T1_{int}$ ;
- un segundo intervalo temporal de intervención, denotado en lo que sigue mediante  $T2_{int}$ .

El primer y el segundo indicador estadístico ( $\langle P1 \rangle$ ,  $\langle P2 \rangle$ ) son, por ejemplo, la energía eléctrica media, moda o mediana absorbida durante el primer intervalo temporal de exceso y durante el segundo intervalo temporal de exceso respectivamente.

El primer intervalo temporal de exceso indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) absorbida por la planta eléctrica (40) mayor que el primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y el instante efectivo de la medición.

Análogamente, el segundo intervalo temporal de exceso indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) absorbida desde la red eléctrica (40) mayor que el segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) y el instante efectivo de medición.

El primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) indica el intervalo temporal comprendido entre el instante  $t_0$  (ver la figura 3) donde el valor de la energía eléctrica instantánea absorbida ( $P_i$ ) supera el primer valor umbral de la energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y el instante  $t_4$  donde al menos una de las cargas eléctricas viene desconectada de la planta eléctrica (40).

El valor del primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) viene calculado de modo que sea menor que el valor del segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ), de modo de impedir la desconexión de la planta eléctrica (40) por medio del contador eléctrico (41).

Análogamente, el segundo intervalo temporal de intervención ( $T2_{int}$ ) indica el intervalo temporal comprendido entre el instante  $t_2$  donde el valor de la energía eléctrica instantánea absorbida ( $P_i$ ) supera el segundo valor de umbral de la energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) y el instante  $t_2$  donde al menos una carga eléctrica adicional viene desconectada de la planta eléctrica (40).

El valor del segundo intervalo temporal de intervención ( $T2_{int}$ ) viene calculado de modo que sea menor que el valor del primer umbral temporal ( $T1_{th}$ ), de modo de impedir la desconexión de la planta eléctrica (40) por medio del contador eléctrico (41).

Suponiendo tener dos cargas eléctricas (30 y 31) conectadas a la planta eléctrica (40), en el instante  $t_2$  donde el segundo intervalo temporal de intervención ( $T2_{int}$ ) termina viene desconectada por ejemplo la carga eléctrica 31, mientras que en el instante  $t_4$  donde el primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) termina viene desconectada la carga eléctrica 30.

La unidad de procesamiento (3-1) está configurada para calcular los valores del primer y del segundo intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$  y  $T2_{int}$ ) de manera de mantener la planta eléctrica (40) funcionando en las zonas 65, 63, 64, 66, 67, 62 donde la planta eléctrica (40) está conectada a la red de distribución de energía eléctrica y de la misma absorbe energía eléctrica, impidiendo así la desconexión de la planta eléctrica (40) de la red de distribución eléctrica provocada por el contador eléctrico (41).

El cálculo de la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) se explicará con mayor nivel de detalles en la descripción del diagrama de flujo correspondiente a las figuras 4A-4D.

La figura 3 muestra una posible tendencia a lo largo del tiempo del sistema de gestión de energía eléctrica (50) de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) absorbida por la planta eléctrica (40), del primer y del segundo indicador estadístico ( $\langle P1 \rangle$  y  $\langle P2 \rangle$ ) de energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40), de la condición de conectada/desconectada ( $S_{hp}$ ) de la carga eléctrica 30 y de la condición de conectada/desconectada ( $S_{lp}$ ) de la carga eléctrica 31.

Se supone que la carga eléctrica 31 tiene menor prioridad que la carga eléctrica 30, como se explicará con mayores detalles en lo que sigue con respecto al primer criterio de desconexión/conexión de las cargas eléctricas.

- 5 Cabe observar que en el instante inicial  $t_0$  el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) sufre una transición desde un valor menor que el primer valor umbral de la energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) hasta un valor mayor que el primer valor umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ): en este caso la primera y la segunda carga eléctrica (30 y 31) siguen conectadas a la planta eléctrica (40).
- 10 En los instantes comprendidos entre  $t_0$  y  $t_1$ , el primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida ( $\langle P1 \rangle$ ) sigue teniendo una tendencia creciente y por ende en el instante  $t_1$  el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) sufre una transición desde un valor menor que el segundo valor de umbral de la energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) hasta un valor mayor que el segundo valor de umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ): también en este caso la primera y la segunda carga eléctrica (30 y 31) siguen conectadas a la planta eléctrica (40).
- 15 Sucesivamente, en el instante  $t_2$  la segunda carga eléctrica (31) con prioridad menor viene desconectada de la planta eléctrica (40) y de este modo el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) sufre una transición desde un valor mayor que el segundo valor de umbral de la energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) hasta un valor menor que el segundo valor de umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ).
- 20 Sucesivamente, en el instante  $t_4$  también la primera carga eléctrica (30) con prioridad más elevada viene desconectada de la planta eléctrica (40) y de este modo el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) sufre una transición desde un valor mayor que el primer valor umbral de la energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) hasta un valor menor que el primer valor umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ).
- 25 Sucesivamente, en el instante  $t_6$  la primera carga eléctrica (30) con la prioridad más elevada viene conectada a la planta eléctrica (40), mientras que la segunda carga eléctrica (31) sigue desconectada de la planta eléctrica (40). Por lo tanto, la figura 3 muestra que el dispositivo electrónico de control (1) (en particular, la unidad de control (3), aún más en particular la unidad de procesamiento (3-1)) ha efectuado la desconexión selectiva de las cargas eléctricas (30, 31) y posteriormente ha vuelto a conectar sólo la carga eléctrica (30) con prioridad más elevada en el caso que se presenten condiciones adecuadas: de este modo se impide la desconexión (por medio del contador electrónico (41)) de toda la planta eléctrica (40) de la red de distribución y además se minimiza el intervalo temporal durante el cual la primera carga eléctrica (30) con prioridad más elevada ha quedado desconectada de la planta eléctrica (40).
- 30 Las figuras 4A-4D muestran el diagrama de flujo (100) del método para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica (40) de conformidad con una primera realización de la presente invención que corresponde a la primera modalidad de funcionamiento.
- 35 El método de control de la energía eléctrica entregada en la primera realización es un algoritmo que viene ejecutado en la unidad de control (3) (en particular en la unidad de procesamiento (3-1)), por medio de un programa software apropiado que se hace correr, por ejemplo, en un microprocesador.
- 40 En particular, el método de control de la energía eléctrica entregada en la primera realización viene llevado a cabo periódicamente en la unidad de control (3) con un periodo de tiempo igual, por ejemplo, a un segundo.
- 45 En otros términos, el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) viene controlado periódicamente con el objetivo de verificar si es necesario desconectar una de las cargas eléctricas (30, 31) para impedir que se produzca una condición de sobrecarga, o para verificar si es posible volver a conectar una de las cargas eléctricas (30, 31) desconectadas con anterioridad debido a una eventual sobrecarga.
- 50 El diagrama de flujo (100) tiene inicio con la etapa 101.
- De la etapa 101 se pasa a la etapa 102 donde se verifica si el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), o se verifica si ha sido superado con anterioridad el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ).
- 55 Si el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), o si el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) ha sido superado con anterioridad, de la etapa 102 se pasa a la etapa 103.
- 60 Por el contrario, si el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) es menor (o igual) que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y, además, el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) no ha sido superado con anterioridad, de la etapa 102 se pasa a la etapa 104 donde el diagrama de flujo (100) termina.

Preferentemente, en la etapa 102 dicha verificación de que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) ha sido superada con anterioridad viene implementada usando una primera bandera (F1\_P) dentro de la unidad de control (3).

5 En particular, a la primera bandera (F1\_P) se le asigna un valor igual a uno cuando viene detectado que el valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

10 Por el contrario, a la primera bandera (F1\_P) se le asigna un valor igual a cero cuando viene detectado que la energía eléctrica instantánea (P\_i) es menor (o igual) que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) por un intervalo temporal mayor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th) (ver la siguiente etapa 119): por lo tanto, la primera bandera (F2\_P) asume un valor igual a cero para indicar que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) no ha sido superado.

15 En la etapa 103 se mide el primer intervalo temporal de exceso, que indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y el instante efectivo de medición.

20 Además, en la etapa 103 se efectúa una medición del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) en función de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40) durante el primer intervalo temporal de exceso.

Por último, en la etapa 103 el valor de la primera bandera (F1\_P) viene asignado igual a uno para indicar que ha sido superado el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

25 De la etapa 103 se pasa a la etapa 105 en la cual se lleva a cabo el cálculo del primer intervalo temporal de intervención (T1\_int).

30 De la etapa 105 se pasa a la etapa 106 en la cual se verifica si el valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct), o se verifica si ha sido superado con anterioridad el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

35 Si el valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct), o si el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) ha sido superado con anterioridad, de la etapa 106 se pasa a la etapa 107.

Por el contrario, si el valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) es menor (o igual) que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y, además, que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) ha sido superado con anterioridad, de la etapa 106 se pasa a la etapa 115.

40 Preferentemente, dicha verificación de que el segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) ha sido superado con anterioridad viene implementada usando una segunda bandera (F2\_P) en la unidad de control (3).

45 En particular, a la segunda bandera (F2\_P) se le asigna el valor uno cuando se detecta que el valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

50 A la segunda bandera (F2\_P) se le asigna un valor igual a cero cuando viene detectado que la energía eléctrica instantánea (P\_i) es menor (o igual) que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) por un intervalo temporal mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th) (ver la siguiente etapa 113): por lo tanto, la segunda bandera (F2\_P) asume el valor cero para indicar que no ha sido superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

55 En la etapa 107 se mide el segundo intervalo temporal de exceso, que indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea (P\_i) mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y el instante efectivo de medición.

Además, en la etapa 107 se calcula el segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) en función de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica (40) durante el segundo intervalo temporal de exceso.

60 Finalmente, en la etapa 107 a la primera bandera (F2\_P) le viene asignado el valor uno para indicar que ha sido superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

De la etapa 107 se pasa a la etapa 108 donde se calcula el segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int).

De la etapa 108 se pasa a la etapa 109 donde se verifica si el valor del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) calculado hasta ese instante es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

5 Además, en la etapa 109 se verifica si el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int).

Finalmente, en la etapa 109 se verifica si no tuvo lugar la desconexión de al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) de la planta eléctrica (40).

10 Si el valor del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y, además, el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int) y, además, no tuvo lugar la desconexión de al menos una carga (30, 31), de la etapa 109 se pasa a la etapa 110.

15 Si, por el contrario, el valor del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) es menor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct), o si el valor del segundo intervalo temporal de exceso es menor que el valor del segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int), o si tuvo lugar la desconexión de al menos una carga eléctrica (30, 31) de la planta eléctrica (40), de la etapa 109 se pasa a la etapa 111.

20 En la etapa 110 se desconecta al menos una carga eléctrica (30, 31) de la planta eléctrica (40), de conformidad con los posibles diferentes criterios que se explicarán detalladamente a continuación.

25 Preferentemente, en la etapa 110 antes de desconectar la carga, la unidad de señalización acústica emite una señal acústica que indica que el valor del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) ha superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

30 Preferentemente, en la etapa 110 antes de la desconexión de la carga, la unidad de señalización acústica emite una señal acústica o visual que indica que el valor del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) ha superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

En la etapa 111 se verifica si el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th):

- 35 - de ser así (es decir si el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th)), se pasa a la etapa 112;  
 - de no ser así (es decir si el valor del segundo intervalo temporal de exceso es igual o menor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th)), se pasa a la etapa 115.

40 En la etapa 112 el valor del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>) viene fijado en cero.

De la etapa 112 se pasa a la etapa 113 donde a la segunda bandera (F2\_P) le viene asignado el valor cero para indicar que no ha sido superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

45 De la etapa 113 se pasa a la etapa 114 donde se intenta conectar al menos una carga eléctrica.

50 En otros términos, en la etapa 114 primero se verifica si es posible conectar al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) a la planta eléctrica (40), mediante evaluación de la energía eléctrica instantánea (P\_i), de la energía eléctrica nominal de las cargas eléctricas (30, 31) y del valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct); si el resultado de dicha evaluación es que se cumplen todos los requisitos, tiene lugar la conexión de al menos una de las cargas eléctricas (30, 31), como se explicará con mayores detalles en la descripción que sigue del diagrama de flujo (180) de la figura 6 por lo que se refiere al uso del criterio de prioridad.

55 De la etapa 114 se pasa a la etapa 115 donde se verifica si el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) calculado hasta ese instante es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

60 Además, en la etapa 115 se verifica si el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer intervalo temporal de intervención (T1\_int).

Finalmente, en la etapa 115 se verifica si no se desconectó al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) de la planta eléctrica (40).

65 Si el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y, además, el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor

que el valor del primer intervalo temporal de intervención (T1\_int) y, por otro lado, no tuvo lugar la desconexión de al menos una carga (30, 31), de la etapa 115 se pasa a la etapa 116.

5 Por el contrario, si el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) es menor (o igual) que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct), o si el valor del primer intervalo temporal de exceso es menor que el valor del primer intervalo temporal de intervención (T1\_int), o si tuvo lugar la desconexión de al menos una carga eléctrica (30, 31) de la planta eléctrica (40), de la etapa 115 se pasa a la etapa 117.

10 En la etapa 116 se desconecta al menos una carga eléctrica (30, 31) de la planta eléctrica (40), según diferentes posibles criterios que se explicarán detalladamente más adelante.

15 Preferentemente, en la etapa 116 antes de desconectar la carga, la unidad de señalización acústica emite una señal acústica que indica que el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) ha superado el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

Preferentemente, en la etapa 116 antes de desconectar la carga, la unidad de señalización acústica externa emite una señal acústica que indica que el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) ha superado el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

20 Cabe observar que la etapa 115 es similar a la etapa 109, con la diferencia que se tiene en cuenta el primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>), el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct), el primer intervalo temporal de exceso, el primer intervalo temporal de intervención (T1\_int) en lugar del segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P2>), del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct), del valor del segundo intervalo temporal de exceso, del segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int) respectivamente.

25 En la etapa 117 se verifica si el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th):

- 30 - de ser así (es decir si el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th)), se pasa a la etapa 118;
- de no ser así (es decir si el valor del primer intervalo temporal de exceso es igual o menor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th)), se pasa a la etapa 121, es decir donde termina el diagrama de flujo (100).

35 La transición de la etapa 117 a la etapa 118 significa que no es posible que se produzca la desconexión de la planta eléctrica (40) por medio del contador eléctrico (41); por lo tanto, en la etapa 118 el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida (<P1>) viene fijado en cero.

40 Además, de la etapa 118 se pasa a la etapa 119 donde a la primera bandera (F1\_P) se le asigna un valor igual a cero para indicar que no ha sido superado el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

De la etapa 119 se pasa a la etapa 120 donde se lleva a cabo un intento de conexión de al menos una carga eléctrica.

45 En otros términos, en la etapa 120 primero se verifica (al igual que en la etapa 114) si es posible conectar al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) a la planta eléctrica (40), por medio de la evaluación de la energía eléctrica instantánea (P\_i), de la potencia eléctrica nominal de las cargas eléctricas (30, 31) y del valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct); si el resultado de dicha evaluación es que se cumplen todos los requisitos, se lleva a cabo la conexión de al menos una de las cargas eléctricas (30, 31), como se explicará con mayor nivel de detalles en la descripción que sigue del diagrama de flujo (180) de la figura 6 por lo que se refiere al uso del criterio de prioridad.

50 De la etapa 120 se pasa a la etapa 121, es decir donde termina el diagrama de flujo (100).

55 La desconexión de al menos una carga eléctrica (30, 31) de la planta eléctrica (40) (etapas 111 y 116), así como también la posible conexión de al menos una carga eléctrica (30, 31) a la planta eléctrica (40) (etapas 114 y 120), pueden ser llevadas a cabo de conformidad con varios posibles criterios.

Un primer criterio de desconexión/conexión de cargas eléctricas tiene en cuenta la prioridad asignada a las cargas eléctricas conectadas, con posibilidad de conmutación, a la planta eléctrica (40).

60 Por ejemplo, a cada una de las cargas eléctricas se le asigna un valor numérico entero y positivo que representa su prioridad, donde la prioridad creciente viene representada incrementando el valor de dicho número entero.

De conformidad con el criterio de prioridad, se utiliza una secuencia de desconexión de las cargas eléctricas de manera de desconectar en sucesión la carga eléctrica con la prioridad más baja con respecto a las demás cargas eléctricas que en ese momento están conectadas a la planta eléctrica (40).

Por el contrario, de conformidad con el criterio de prioridad, se utiliza una secuencia de conexión de las cargas eléctricas de manera de conectar en sucesión la carga eléctrica con la prioridad más elevada con respecto a las demás cargas eléctricas que en ese momento están desconectadas de la planta eléctrica (40).

5 En general, hay una pluralidad de cargas eléctricas conectadas eléctricamente con libertad de conmutación a la planta eléctrica (40) y a cada una de las cargas eléctricas se le asigna una prioridad diferente, con valores crecientes o decrecientes.

10 Por ejemplo, una primera carga eléctrica tiene una dada prioridad ( $p_1$ ), una segunda carga eléctrica tiene una segunda prioridad ( $p_2$ , donde  $p_2 > p_1$ ), una tercera carga eléctrica tiene una tercera prioridad ( $p_3$ , donde  $p_3 > p_2$ ), etc.

15 A los efectos de la explicación del primer criterio, por motivos de simplicidad se considerarán solamente dos cargas eléctricas (30 y 31), con prioridades diferentes, donde la carga eléctrica 30 tiene una prioridad elevada ( $p_1$ ) y la carga eléctrica 31 tiene una prioridad baja ( $p_2$ ), es decir  $p_1 > p_2$ .

La figura 5 muestra el diagrama de flujo (150) del primer criterio de desconexión de las cargas eléctricas de la planta eléctrica (40), en base al criterio de prioridad.

20 Por ejemplo, se tienen dos cargas eléctricas (30 y 31) donde la carga eléctrica 30 tiene prioridad elevada ( $p_1$ ) y la carga eléctrica 31 tiene prioridad baja ( $p_2$ ) (es decir  $p_2 < p_1$ ).

25 La idea básica del primer criterio de desconexión se basa en el hecho que la prioridad es desconectar primero la carga eléctrica con la prioridad más baja o las cargas eléctricas con la prioridad más baja (siempre que estén conectadas en ese momento a la planta eléctrica (40)), independientemente del valor de energía eléctrica nominal asociada a las cargas eléctricas.

30 Por lo tanto, el diagrama de flujo (150) de la figura 5 es una posible implementación de las etapas 110 y 116 del método 100 para controlar la energía eléctrica, es decir es una posible implementación del método de desconexión de las cargas eléctricas (30, 31) en base a la prioridad.

El diagrama de flujo (150) comienza con la etapa 150-1.

35 De la etapa 150-1 se pasa a la etapa 150-2 donde se lleva a cabo una búsqueda de la carga eléctrica (entre las conectadas en ese momento) con la prioridad más baja.

De la etapa 150-2 se pasa a la etapa 150-3 donde se verifica si se ha identificado la carga eléctrica con la prioridad más baja:

- 40
- de ser así, se pasa a la etapa 150-4;
  - de no ser así, se pasa a la etapa 150-8 que es donde termina el diagrama de flujo (150).

En la etapa 150-4 se verifica si la carga identificada (es decir la carga con la prioridad más baja) está conectada:

- 45
- de ser así, se pasa a la etapa 150-6;
  - de no ser así, se pasa a la etapa 150-5.

50 Por ejemplo, en el supuesto caso de usar dos cargas eléctricas (30 y 31) con prioridad alta y baja respectivamente y en el supuesto caso de comenzar desde la condición en la cual ambas cargas eléctricas (30 y 31) están conectadas a la planta eléctrica (40), en la etapa 150-2 se busca cuál de las cargas eléctricas (30, 31) tiene la prioridad más baja mientras que en la etapa 150-3 se identifica la carga eléctrica (31) con la prioridad más baja.

En la etapa 150-5 viene seleccionada la próxima carga eléctrica y se efectúa el retorno a la etapa 150-2.

55 En la etapa 150-6 se desconecta la carga eléctrica identificada, es decir la carga con la prioridad más baja.

60 En dicho ejemplo de dos cargas eléctricas (30 y 31) conectadas con prioridad alta y baja respectivamente, cuando el diagrama de flujo (150) viene ejecutado por primera vez, en las etapas 150-2, 150-3 viene identificada y desconectada la carga eléctrica (31) con prioridad baja; luego, cuando el diagrama de flujo (150) viene ejecutado por segunda vez, en las etapas 150-2 y 150-3 viene identificada y desconectada la carga eléctrica (30) con prioridad alta (puesto que la carga eléctrica 30 es la que tiene la prioridad más baja durante la segunda ejecución) y de este modo ambas cargas eléctricas (30 y 31) vienen desconectadas de la planta eléctrica (40).

65 De la etapa 150-6 se pasa a la etapa 150-7, se lleva a cabo la actualización de los parámetros de habilitación ( $a_1$ ,  $a_2$ ) asociados a la carga eléctrica de prioridad alta (30) y a la carga eléctrica de prioridad baja (31) respectivamente, donde dichos parámetros de habilitación ( $a_1$ ,  $a_2$ ) se utilizan para calcular el primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ )

en la etapa 105 del diagrama de flujo 100 y para calcular el segundo intervalo temporal de intervención ( $T2_{int}$ ) en la etapa 108, como se explicará con mayores detalles a continuación.

5 De la etapa 150-7 se pasa a la etapa 150-8, que es donde termina el diagrama de flujo (150).

Análogamente, las observaciones anteriores se pueden aplicar si hay una pluralidad de cargas eléctricas 30, 31, 32, 33... con prioridades decrecientes.

10 En particular, si la última carga desconectada es la carga eléctrica 33 y las cargas eléctricas 30, 31, 32 están conectadas, cuando se vuelve a ejecutar el diagrama de flujo (150), se desconecta la carga eléctrica 32 la cual tiene una prioridad más baja que la prioridad de las cargas eléctricas 30, 31; luego, cuando se vuelve a ejecutar el diagrama de flujo (150), se desconecta la carga eléctrica 31 que tiene una prioridad menor que la de la carga eléctrica 30, y así siguiendo hasta la eventual desconexión de la carga eléctrica 30.

15 Las figuras 6A-6B muestran el diagrama de flujo 180 del primer criterio en base a la prioridad para evaluar y eventualmente llevar a cabo la conexión de las cargas eléctricas (30, 31) de la planta eléctrica (40).

20 En otros términos, primero se verifica si es posible conectar al menos una de las cargas eléctricas (30, 31) a la planta eléctrica (40), en base a la evaluación de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ), de la potencia eléctrica nominal de las cargas eléctricas (30, 31), del valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y de la prioridad asociada a las cargas eléctricas (30, 31); si el resultado de dicha evaluación es que se cumplen todos los requisitos, entonces se conecta al menos una de las cargas eléctricas (30, 31).

25 Supongamos nuevamente el caso en el cual la carga eléctrica 30 tiene prioridad alta ( $p1$ ) y la carga eléctrica 31 tiene prioridad baja ( $p2$ ) (es decir,  $p2 < p1$ ).

La idea básica del primer criterio de conexión basado en la prioridad es primero conectar la carga eléctrica con la prioridad más elevada, independientemente del valor de la potencia eléctrica nominal asociada a las cargas eléctricas.

30 Por lo tanto, el diagrama de flujo (180) de las figuras 6A-6B es una posible implementación de las etapas 114 y 120 del método 100 para controlar la energía eléctrica, es decir es una posible implementación del método de desconexión de las cargas eléctricas (30, 31) basado en la prioridad.

El diagrama de flujo (180) comienza con la etapa 180-1.

35 De la etapa 180-1 se pasa a la etapa 180-2, donde se busca la carga eléctrica (entre las que en ese momento están desconectadas) con la prioridad más elevada.

40 De la etapa 180-2 se pasa a la etapa 180-3, donde se verifica si se ha identificado la carga eléctrica con la prioridad más elevada:

- de ser así, se pasa a la etapa 180-4;
- de no ser así, se pasa a la etapa 180-8, donde termina el diagrama de flujo (180).

45 En la etapa 180-4 se verifica si la suma de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) absorbida por la planta eléctrica (40) y de la energía eléctrica nominal de la carga eléctrica identificada (es decir la con prioridad más alta) es menor que el primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ).

50 Además, en la etapa 180-4 se verifica si la carga eléctrica identificada (es decir la carga con la prioridad más alta) está desconectada de la planta eléctrica (40).

Si el valor de la suma de la energía eléctrica instantánea absorbida ( $P_i$ ) y de la potencia eléctrica de la carga eléctrica identificada es menor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y, además, la carga eléctrica identificada está desconectada, de la etapa 180-4 se pasa a la etapa 180-6.

55 Por el contrario, si el valor de la suma de la energía eléctrica instantánea absorbida ( $P_i$ ) y de la potencia eléctrica de la carga eléctrica identificada es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), o si la carga eléctrica identificada está conectada a la planta eléctrica (40), de la etapa 180-4 se pasa a la etapa 180-5.

60 En la etapa 180-5 viene seleccionada la próxima carga eléctrica, después de lo cual se vuelve a la etapa 180-2.

En la etapa 180-6 se efectúa la conexión a la planta eléctrica (40) de la carga eléctrica identificada.

65 De la etapa 180-6 se pasa a la etapa 180-7 donde se efectúa una actualización de los parámetros para el cálculo del primer y del segundo intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$  y  $T2_{int}$ ).

De la etapa 180-7 se pasa a la etapa 180-8, donde termina el diagrama de flujo (180).

Por ejemplo, supongamos nuevamente que se utilizan dos cargas eléctricas (30 y 31) con prioridad alta y baja respectivamente, donde ambas están desconectadas de la planta eléctrica (40).

5 Cuando el diagrama de flujo (180) viene ejecutado por primera vez, en las etapas 180-2 y 180-3 viene identificada la carga eléctrica (30) con la prioridad alta, en la etapa 180-4 se supone que el resultado es que se cumplen los requisitos y en la etapa 180-6 se conecta la carga eléctrica con prioridad alta (30); luego, cuando el diagrama de flujo (180) viene  
10 ejecutado por segunda vez, en las etapas 180-2, 180-3 se identifica la carga eléctrica (31) con prioridad baja (puesto que la carga eléctrica 31 es aquella que tiene prioridad más elevada durante la segunda ejecución), en la etapa 180-4 se vuelve a suponer que el resultado es que se satisfacen los requisitos y en la etapa 180-6 se conecta la carga eléctrica de prioridad baja (31), por ende ambas cargas eléctricas (30 y 31) han sido conectadas a la planta eléctrica (40).

15 Un segundo criterio de desconexión/conexión de las cargas eléctricas tiene en cuenta la potencia eléctrica nominal asociada a las cargas eléctricas conectadas con libertad de conmutación a la planta eléctrica (40).

20 En este caso la idea básica del segundo criterio de desconexión basado en la potencia es el de desconectar una o varias cargas eléctricas (siempre que estén conectadas en ese momento a la planta eléctrica (40)) de modo de optimizar la energía eléctrica total absorbida por las cargas eléctricas conectadas: de este modo se pueden tener situaciones en las cuales se reduce (con respecto al primer criterio basado en la prioridad) la cantidad de cargas eléctricas que se deben desconectar de la planta eléctrica (40) para impedir una condición de sobrecarga.

25 En otros términos, se calcula la energía eléctrica nominal total absorbida por una pluralidad de sub-grupos de las cargas eléctricas que en ese momento están conectadas a la planta eléctrica (40) y se selecciona el sub-grupo de las cargas con la energía eléctrica nominal total absorbida menor que el primer o segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ,  $P2_{ct}$ ) y al mismo tiempo cuál minimiza la cantidad de cargas eléctricas que se pueden conectar a la planta eléctrica (40).

30 De manera ventajosa, en el caso de usar el primer criterio de desconexión/conexión de cargas basado en la prioridad, el valor del primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) viene cambiado dinámicamente, en función de la potencia nominal de las cargas eléctricas y en función de sus valores de prioridad.

35 En particular, en la etapa 105 del diagrama de flujo 100 se efectúa el cálculo del primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) usando una fórmula que tiene en cuenta los valores del primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), de la potencia eléctrica total ( $P_{tot}$ ) de una pluralidad de cargas eléctricas que en ese momento están conectadas a la planta eléctrica (40) y del primer indicador estadístico de potencia eléctrica ( $\langle P1 \rangle$ ).

40 En particular, el primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) viene calculado utilizando la siguiente fórmula (1):

$$T1_{int} = K2 * [P1_{ct} - (\langle P1 \rangle - P_{tot})] / (P_{tot} + 1) \quad (1)$$

donde  $K2$  es un valor constante que depende del valor del segundo umbral temporal ( $T2_{th}$ ).

45 Por lo tanto, el primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) tiene un valor más bajo en el caso de que la diferencia entre el primer indicador estadístico de potencia eléctrica ( $\langle P1 \rangle$ ) y el primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) es alto, mientras que el mismo tiene un valor más elevado en el caso de que la diferencia entre el primer indicador estadístico ( $\langle P1 \rangle$ ) y el primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) sea baja.

50 El valor de la potencia eléctrica total ( $P_{tot}$ ) de las cargas eléctricas viene calculado teniendo en cuenta la potencia eléctrica nominal ( $P1_{nom}$ ,  $P2_{nom}$ ,  $P3_{nom}$  ...,  $Pn_{nom}$ ) de cada una de la pluralidad de cargas eléctricas conectadas en ese momento a la red eléctrica (40) y teniendo en cuenta los respectivos parámetros de habilitación ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , ...  $a_n$ ) asociados a la primera, segunda, tercera, ... n-ésima carga eléctrica respectivamente de la pluralidad, de conformidad con la siguiente fórmula (2):

55 
$$P_{tot} = a_1 * P1_{nom} + a_2 * P2_{nom} + a_3 * P3_{nom} + \dots + a_n * Pn_{nom} \quad (2)$$

Cada uno de los parámetros de habilitación ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , ...  $a_n$ ) puede asumir el valor 0 o el valor 1.

60 Cuando el i-ésimo parámetro de habilitación ( $a_i$ ) asociado a la i-ésima carga eléctrica vale 0, la correspondiente i-ésima contribución ( $Pi_{nom}$ ) de la potencia nominal de la i-ésima carga eléctrica no viene considerada en el cálculo de la potencia eléctrica total ( $P_{tot}$ ) en base a la fórmula (2); cuando, por el contrario, el i-ésimo parámetro de habilitación ( $a_i$ ) vale 1, la correspondiente i-ésima carga eléctrica viene considerada en el cálculo de la potencia eléctrica total ( $P_{tot}$ ) en base a la fórmula (2).

65

En particular, la pluralidad (n) de parámetros de habilitación ( $a_1, a_2, a_3, \dots a_n$ ) viene calculada de conformidad con los valores de las prioridades asociadas a la respectiva pluralidad (n) de cargas eléctricas y el valor corriente de los parámetros de habilitación ( $a_1, a_2, a_3, \dots a_n$ ) viene calculado en base a la siguiente regla:

- 5 - al parámetro de habilitación asociado a la carga eléctrica conectada en ese momento a la planta eléctrica (40) y que tiene la prioridad más baja (es decir la carga eléctrica que será desconectada en primer término) viene asignado el valor 1;  
 - a los parámetros de habilitación asociados a las demás cargas eléctricas con la prioridad más elevada viene asignado el valor 0.

10 Luego, la carga con la prioridad más baja viene desconectada y viene considerada la carga eléctrica conectada en ese momento a la planta eléctrica (40) y que tiene la siguiente prioridad más baja con respecto a las demás cargas eléctricas conectadas en ese momento y luego la susodicha regla viene repetida para calcular el nuevo valor del primer intervalo temporal de intervención ( $T1\_int$ ).

15 De este modo, después de cada desconexión/conexión de una carga eléctrica viene recalculado el valor de la potencia eléctrica total ( $P\_tot$ ) y luego viene recalculado el valor del primer intervalo temporal de intervención ( $T1\_int$ ), que de este modo cambia dinámicamente durante el funcionamiento del sistema (50).

20 Supongamos, por ejemplo, que hay tres cargas eléctricas (30, 31 y 32), donde la carga eléctrica 30 tiene la prioridad máxima, la carga eléctrica 32 tiene la prioridad mínima y la carga eléctrica 31 tiene una prioridad intermedia comprendida entre la prioridad mínima y la prioridad máxima.

25 A continuación  $a_1$  será utilizada para denotar el parámetro de habilitación asociado a la carga eléctrica (30) con la prioridad máxima,  $a_2$  denotará el parámetro de habilitación asociado a la carga eléctrica (31) con la prioridad intermedia y  $a_3$  denotará el parámetro de habilitación asociado a la carga eléctrica (32) con la prioridad mínima.

En este ejemplo, en orden temporal se pueden presentar las siguientes situaciones:

- 30 - todas las cargas eléctricas (30, 31 y 32) se hallan, en ese momento, conectadas a la planta eléctrica (40): al parámetro de habilitación ( $a_3$ ) asociado a la carga eléctrica (32) con la prioridad mínima le viene asignado el valor 1, mientras que a los parámetros de habilitación ( $a_1$  y  $a_2$ ) asociados a las cargas eléctricas (30 y 31) con la prioridad máxima y la prioridad intermedia respectivamente le vienen asignados el valor 0, por ende en el cálculo del primer y del segundo intervalo temporal de intervención ( $T1\_int$  y  $T2\_int$ ) viene considerada solamente la contribución de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica (32) con la prioridad mínima;
- 35 - luego se efectúa (etapa 110 del diagrama de flujo 100) la desconexión de la carga eléctrica (32) con la prioridad mínima manteniendo la conexión de las cargas eléctricas (30 y 31) con la prioridad máxima y la prioridad intermedia: al parámetro de habilitación ( $a_2$ ) asociado a la carga eléctrica (31) con la prioridad intermedia se le asigna el valor 1, mientras que al parámetro de habilitación ( $a_1$ ) asociado a la carga eléctrica (30) con la prioridad máxima se le asigna el valor 0, por ende en el cálculo del primer y del segundo intervalo temporal de intervención ( $T1\_int$  y  $T2\_int$ ) se considera solamente la contribución de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica (31) con la prioridad intermedia (nótese que la contribución de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica (32) con la prioridad mínima no viene considerada, puesto que la carga eléctrica (32) ya ha sido desconectada);
- 40 - luego se efectúa (etapa 110) también la desconexión de la carga eléctrica (31) con la prioridad intermedia manteniendo la conexión de la carga eléctrica (30) con prioridad máxima: al parámetro de habilitación ( $a_1$ ) asociado a la carga eléctrica (30) con la prioridad más alta le viene asignado el valor 1, por ende en el cálculo del primer y del segundo intervalo temporal de intervención ( $T1\_int$  y  $T2\_int$ ) viene considerado solamente la contribución de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica (30) con la prioridad más alta (nótese que no se tiene en cuenta la contribución de la potencia eléctrica nominal de las cargas eléctricas (31 y 32) con la prioridad intermedia y más baja, puesto que las cargas eléctricas (31 y 32) ya han sido desconectadas).

50 Las consideraciones anteriores sobre el cálculo del primer intervalo temporal de intervención ( $T1\_int$ ) son aplicables de manera totalmente análoga al cálculo del segundo intervalo temporal de intervención ( $T2\_int$ ), que de esta manera viene cambiado dinámicamente, en función de la potencia nominal de las cargas eléctricas y en función de sus valores de prioridad.

55 En particular, el cálculo del segundo intervalo temporal de intervención ( $T2\_int$ ) viene efectuado en la etapa 108 del diagrama de flujo 100 (en el caso de usar el primer criterio de desconexión/conexión de las cargas en base a la prioridad) usando una fórmula que tiene en cuenta los valores del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2\_ct$ ), de la potencia eléctrica total ( $P\_tot$ ) de la pluralidad de cargas eléctricas conectadas en ese momento a la planta eléctrica (40) y del segundo indicador estadístico de potencia eléctrica ( $\langle P2 \rangle$ ).

60 En este caso el segundo intervalo temporal de intervención ( $T2\_int$ ) viene calculado usando la siguiente fórmula (3):

65 
$$T2\_int = K1 * [P2\_ct - (\langle P2 \rangle - P\_tot)] / (P\_tot + 1) \quad (3)$$

donde  $K1$  es un valor constante que depende del valor del primer umbral temporal ( $T1_{th}$ ) y donde el valor de la potencia eléctrica total ( $P_{tot}$ ) viene calculada como se ha indicado arriba.

Preferentemente, el sistema de gestión de energía eléctrica (50) está en condiciones de funcionar según las siguientes modalidades:

- 5 - una primera modalidad operativa, en la cual se reduce la cantidad de interrupciones (apagones) de energía eléctrica hacia la planta eléctrica (40);
- 10 - una segunda modalidad operativa, en la cual se tiene en cuenta el valor máximo de potencia absorbida que depende del período de tiempo y/o de los períodos de tiempo durante la semana, como por ejemplo las horas del día o de la noche o bien a una hora determinada;
- una tercera modalidad operativa, en la cual se maximiza el autoconsumo;
- una cuarta modalidad operativa, en la cual se establece un programa temporal a horas fijas y/o un programa temporal en base a días corridos;
- 15 - una quinta modalidad operativa, la cual a continuación se indicará como "mercado de electricidad".

Nótese que el control de la reducción de la cantidad de interrupciones de energía eléctrica de la primera modalidad operativa existe también en la segunda, tercera, cuarta y quinta modalidad operativa.

20 En la primera modalidad operativa la conexión/desconexión de las cargas eléctricas a/de la planta eléctrica (40) tiene lugar usando el primer criterio de prioridad.

En la segunda y tercera modalidad operativa la conexión/desconexión de las cargas eléctricas a/de la planta eléctrica (40) tiene lugar usando el primer criterio de prioridad o el segundo criterio de la energía eléctrica absorbida.

25 En la tercera modalidad operativa el dispositivo electrónico (1) viene configurado para optimizar el autoconsumo energético de un usuario doméstico/industrial, por ejemplo conectando las cargas eléctricas a la planta eléctrica doméstica/industrial, en el caso de que sea posible tener un surplus de energía eléctrica en determinadas franjas horarias y/o períodos de la semana: esto es posible por ejemplo cuando el usuario doméstico/industrial combina una planta fotovoltaica con la planta eléctrica (40).

30 A continuación se describirá el funcionamiento del sistema de gestión de energía eléctrica (50), haciendo referencia también a las figuras 1, 2, 3, 4A-4C.

35 A los efectos de explicar la invención se harán las siguientes suposiciones:

- la planta eléctrica (40) comprende dos cargas eléctricas, en particular la carga eléctrica de prioridad alta (30) y la carga eléctrica de prioridad baja (31);
- 40 -  $T1_{th}=4$  minutos y  $T2_{th}=180$  minutos;
- $P1_{ct}=3,3$  Kw,  $P2_{ct}=4,2$  Kw;
- el primer y el segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida ( $\langle P1 \rangle$  y  $\langle P2 \rangle$ ) son la primera y la segunda potencia eléctrica media absorbida;
- se utiliza el criterio de desconexión basado en la prioridad.

45 En los instantes anteriores a  $t0$  las cargas eléctricas (30 y 31) están conectadas a la planta eléctrica (40), que trabaja en la zona 65.

50 En el instante inicial  $t0$  el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) sufre una transición de un valor menor que el primer valor umbral de la energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) a un valor mayor que el primer valor umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ), que corresponde a la transición de la etapa 102 a aquella 103 del diagrama de flujo 100; la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación con valores que mantienen conectadas la primera y la segunda carga eléctrica (30 y 31) a la planta eléctrica (40), la cual ahora trabaja en la zona 63.

55 Además, en el instante  $t0$  la unidad de procesamiento (3-1) comienza la medición del primer intervalo temporal de exceso (etapa 103) y comienza el cálculo de la primera potencia media absorbida  $\langle P1 \rangle$ .

En el instante  $t0$  la unidad de procesamiento (3-1) comienza el cálculo del primer intervalo temporal de intervención ( $T1_{int}$ ) (etapa 105).

60 En los instantes comprendidos entre  $t0$  y  $t1$ , la primera potencia media absorbida ( $\langle P1 \rangle$ ) sigue teniendo una tendencia creciente: la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación con valores que mantienen la primera y la segunda carga eléctrica (30 y 31) conectadas a la planta eléctrica (40), la cual sigue trabajando en la zona 63.

65 En el instante  $t1$  el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) sufre una transición desde un valor menor que el segundo valor de umbral de la energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) hasta un valor mayor que el segundo valor de umbral

de energía eléctrica instalada (P2\_ct) que corresponde a la transición de la etapa 106 a aquella 107; también en este caso la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación con valores que mantienen la primera y la segunda carga eléctrica (30 y 31) conectadas a la planta eléctrica (40), la cual ahora trabaja en la zona 64.

5 Además, en el instante t1 la unidad de procesamiento (3-1) comienza la medición del segundo intervalo temporal de exceso (etapa 107) y comienza el cálculo de la segunda potencia media absorbida (<P2>).

10 En el instante t1 la unidad de procesamiento (3-1) comienza el cálculo del segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int) (etapa 108).

15 En los instantes comprendidos entre t1 y t2, la segunda potencia media absorbida (<P2>) sigue teniendo una tendencia substancialmente creciente: la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación con valores que mantienen a la primera y la segunda carga eléctrica (30 y 31) conectadas a la planta eléctrica (40), la cual sigue trabajando en la zona 64.

20 En el instante t2 la unidad de procesamiento (3-1) detecta que el valor de la segunda potencia media (<P2>) es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y además detecta que el valor del segundo intervalo temporal de intervención es mayor que el segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int) (etapa 109 y transición desde la etapa 109 a la 110); por lo tanto, en el instante t2 la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación (S\_sw) con valores apropiados, señal que desconecta la carga eléctrica de prioridad baja (31) de la planta eléctrica (40) (etapa 110) y por ende la energía eléctrica instantánea (P\_i) sufre una transición desde un valor mayor que el segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) hasta un valor menor que el segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

25 En particular, en el instante t2 la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta el diagrama de flujo (150) de la figura 5 concerniente al primer criterio de desconexión de las cargas eléctricas basado en la prioridad, donde se ejecutan las etapas 150-1, 150-2, 150-3, 150-4, 150-6, 150-7 y 150-8.

30 En las etapas 150-2, 150-3 y 150-4 la unidad de procesamiento (3-1) identifica la carga eléctrica de prioridad baja (31) y genera (etapa 150-6) la señal de conmutación (S\_sw) con valores apropiados para desconectar la carga eléctrica de prioridad baja (31) de la planta eléctrica (40).

35 En los instantes comprendidos entre t2 y t3 la primera y la segunda potencia media absorbida (<P1> y <P2>) tienen una tendencia substancialmente decreciente, mientras que la energía eléctrica instantánea (P\_i) tiene valores comprendidos entre el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y el segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct): en efecto, la carga eléctrica de prioridad baja (31) ha sido desconectada y, por ende, actualmente está conectada solamente la carga eléctrica de prioridad alta (30): por lo tanto, la planta eléctrica (40) ha vuelto a trabajar en la zona 63.

40 En el instante t3 la unidad de procesamiento (3-1) detecta que el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th) (etapa 111 y transición de la etapa 111 a la 112).

La unidad de procesamiento (3-1) pone a cero el valor de la segunda potencia media absorbida (<P2>) (etapa 112).

45 Además, la unidad de procesamiento (3-1) asigna un cero al valor de la segunda bandera (F2\_P) para indicar que no se ha superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct).

50 Además, en el instante t3 la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta el diagrama de flujo (180) de la figura 6 concerniente al intento de conectar la carga eléctrica de prioridad baja 31 (etapa 114).

55 En particular, la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta las etapas 180-1, 180-2 y 180-3 e identifica que la carga eléctrica de prioridad baja (31) es aquella con la prioridad más alta entre las cargas eléctricas que en ese momento están desconectadas de la planta eléctrica (40).

60 Además, la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta la etapa 180-4 y detecta que no se está respetando la condición, es decir la suma de la energía eléctrica instantánea y de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica de prioridad baja (31) es mayor que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct): por consiguiente, la unidad de procesamiento (3-1) sigue generando la señal de conmutación (S\_sw) manteniendo así la carga eléctrica de prioridad baja (31) desconectada de la planta eléctrica (40).

65 En los instantes comprendidos entre t3 y t4 la energía eléctrica instantánea (P\_i) mantiene valores comprendidos entre el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y el segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct): la carga eléctrica de prioridad baja (31) viene desconectada, la carga eléctrica de prioridad alta (30) viene conectada y la planta eléctrica (40) ahora trabaja en la zona 62.

En el instante t4 ocurre una situación similar a la del instante t2, con la diferencia de que viene considerada la carga eléctrica de prioridad alta (30).

5 En particular, en el instante t4 la unidad de procesamiento (3-1) detecta que el valor de la primera potencia media (<P1>) es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y, además, detecta que el valor del primer intervalo temporal de intervención es mayor que el primer intervalo temporal de intervención (T2\_int) (etapa 115 y transición de la etapa 115 a la 116): por lo tanto, en el instante t4 la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación (S\_sw) con valores apropiados para desconectar también la carga eléctrica de prioridad alta (30) de la planta eléctrica (40) (etapa 116) y, por ende, la energía eléctrica instantánea (P\_i) sufre una transición de un valor mayor que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) a un valor menor que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

15 En particular, en el instante t4 la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta el diagrama de flujo (150) de la figura 5 concerniente al primer criterio de desconexión de las cargas eléctricas basado en la prioridad, donde vienen ejecutadas las etapas 150-1, 150-2, 150-3, 150-4, 150-6, 150-7 y 150-8.

20 En las etapas 150-2, 150-3 y 150-4 la unidad de procesamiento (3-1) identifica la carga eléctrica de prioridad alta (30) y genera (etapa 150-6) la señal de conmutación (S\_sw) con adecuados valores para desconectar la carga eléctrica de prioridad alta (30) de la planta eléctrica (40).

25 En los instantes comprendidos entre t4 y t5 la primera y la segunda potencia media absorbida (<P1> y <P2>) presentan una tendencia substancialmente decreciente y la energía eléctrica instantánea (P\_i) tiene valores más bajos que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct): en efecto, en ese momento tanto la carga eléctrica de prioridad baja (31) como la carga eléctrica de prioridad alta (30) están desconectadas, por lo cual la planta eléctrica (40) trabaja en la zona 66.

En el instante t5 ocurre una situación similar a la del instante t3.

30 En particular, en el instante t5 la unidad de procesamiento (3-1) detecta que el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo umbral temporal (T2\_th) (etapa 117 y transición de la etapa 117 a la 118).

La unidad de procesamiento (3-1) pone a cero el valor de la primera potencia media absorbida <P1> (etapa 118).

35 Además, la unidad de procesamiento (3-1) asigna un cero al valor de la primera bandera (F1\_P) para indicar que no ha sido superado el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct).

Además, en el instante t5 la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta el diagrama de flujo (180) de la figura 6 concerniente al intento de conectar la carga eléctrica de prioridad alta (30) (etapa 120).

40 En particular, la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta las etapas 180-1, 180-2 y 180-3 e identifica que la carga eléctrica de prioridad alta (30) es la que tiene la prioridad más alta entre las cargas eléctricas (30 y 31) que en ese momento están desconectadas de la planta eléctrica (40).

45 Además, la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta la etapa 180-4 y detecta que no se está respetando la condición, es decir que la suma de la energía eléctrica instantánea y de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica de prioridad alta (30) es más alta que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct): por consiguiente, la unidad de procesamiento (3-1) sigue generando la señal de conmutación (S\_sw) que mantiene la carga eléctrica de prioridad alta (30) desconectada de la planta eléctrica (40), aparte de tener desconectada la carga eléctrica de prioridad baja (31).

50 En los instantes comprendidos entre t5 y t6 la primera y la segunda potencia media absorbida (<P1> y <P2>) presentan una tendencia substancialmente decreciente y la energía eléctrica instantánea (P\_i) sigue teniendo valores más bajos que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct): en efecto, en ese momento tanto la carga eléctrica de prioridad baja (31) como la carga eléctrica de prioridad alta (30) están desconectadas, por lo cual la planta eléctrica (40) trabaja en la zona 66.

60 En el instante t6 el comportamiento es similar al del instante t5, con la diferencia de que la unidad de procesamiento (3-1) ejecuta la etapa 180-4 y detecta que se está respetando la condición, es decir que la suma de la energía eléctrica instantánea y de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica de prioridad alta (30) es menor que el primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct), porque la potencia absorbida por la carga eléctrica de prioridad alta (30) ha sido reducida: por consiguiente, la unidad de procesamiento (3-1) genera la señal de conmutación (S\_sw) con valores apropiados para conectar la carga eléctrica de prioridad alta (30) a la planta eléctrica (40), mientras que la carga eléctrica de prioridad baja (31) sigue desconectada

65 Luego, la planta eléctrica (40) vuelve a trabajar en la zona 65.

- 5 De manera ventajosa, el sistema (50), además, comprende una planta fotovoltaica que comprende uno o varios paneles fotovoltaicos y un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, cuya función es la de entregar energía eléctrica a las cargas eléctricas conectadas a la planta eléctrica (40).
- 10 En este caso el dispositivo electrónico (1) está configurado para medir la cantidad de energía eléctrica generada por la planta fotovoltaica en exceso con respecto a la demanda, es decir no absorbida por las cargas eléctricas conectadas a la planta eléctrica (40).
- 15 La unidad de control (3), de este modo, es configurada, además, para medir la energía eléctrica inyectada por la planta fotovoltaica en la planta eléctrica (40) y generar la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) teniendo en cuenta además el valor de la medición de la energía eléctrica generada por la planta fotovoltaica.
- 20 Además, la unidad de control (3) transmite una señal de control al dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, por medio del transceptor interno del dispositivo electrónico (1).
- 25 Preferentemente, el dispositivo electrónico (1), además, está configurado para transmitir a un portal web datos que indican el funcionamiento de la planta eléctrica (40) y de las cargas eléctricas conectadas, de manera que el usuario pueda acceder a distancia a dichos datos y visualizarlos.
- De manera ventajosa, el dispositivo electrónico de control (1) está configurado para poderlo utilizar, además, para redes de distribución de fluidos, tales como por ejemplo una red hídrica y/o una red de suministro de gas combustible.
- 30 Preferentemente, a este efecto el dispositivo electrónico (1) interactúa con una unidad de detección óptica configurada para:
- adquirir ópticamente un valor de consumo de fluido desde una pantalla de un contador de consumo instalado a lo largo de una red de suministro de fluido por medio del reconocimiento de los caracteres;
  - enviar el valor del consumo adquirido a la unidad de control (3).
- 35 La unidad de control (3) del dispositivo electrónico (1), además, está configurada para:
- reconocer el valor del consumo reconstruido por la unidad de detección óptica de dichos caracteres;
  - generar la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) teniendo en cuenta, además, el valor de consumo reconocido.
- 40 Preferentemente, la unidad de detección óptica funciona por medio de un algoritmo de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), que permite de manera precisa y rápida obtener información asociada al valor de consumo de fluido.
- De conformidad con una segunda realización de la invención definida "mercado de electricidad" que corresponde a la quinta modalidad operativa, la unidad de control (3) efectúa la conexión/desconexión de una pluralidad de cargas eléctricas en función de los costos horarios de la energía eléctrica, donde dichos costos horarios vienen actualizados todos los días: ello le permite a un usuario doméstico adquirir mayor energía eléctrica en las horas del día en las cuales la energía eléctrica es más barata y, viceversa, comprar menos energía eléctrica en las horas del día en las cuales la energía eléctrica es más cara.
- 45 La realización del "mercado de electricidad" comprende las siguientes etapas:
- a) configurar una pluralidad de cargas eléctricas conectadas con libertad de conmutación a la planta eléctrica (40), donde dicha configuración comprende la cantidad de horas en las cuales la respectiva carga eléctrica está conectada en un día;
  - b) leer, cada día, el costo horario de la energía eléctrica;
  - 50 c) distribuir las distintas horas del día en base al costo horario creciente;
  - d) calcular un plan de activación para el día siguiente de al menos una parte de la pluralidad de cargas eléctricas de manera de maximizar la energía eléctrica absorbida durante las horas del día en las cuales el costo horario de la energía eléctrica es el más bajo y de modo que en cada hora del día la suma total de la potencia nominal de las cargas eléctricas activas sea igual o menor que un umbral de potencia eléctrica ( $P_{th}$ ) (que depende, por ejemplo, del valor de la energía eléctrica instalada ( $P_{ct}$ ));
  - 55 e) efectuar en cada hora del día siguiente la conexión o desconexión de las cargas eléctricas a/de la planta eléctrica (40), en base al resultado del plan de activación.
- 60 Se considere, por ejemplo, tener cinco cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34) que pueden ser conectadas adecuadamente a la planta eléctrica (40).
- En la etapa de configuración a) viene definida una tabla en la cual a cada una de las cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34) se le asocia el valor de la potencia eléctrica nominal y la cantidad de horas durante las cuales la carga eléctrica debe estar activa (es decir conectada a la planta eléctrica (40)), como se puede ver en la siguiente tabla 1:
- 65

Tabla 1

Carga eléctrica	Potencia eléctrica nominal [kW]	Cantidad de horas de activación [h]
30	1,3	3
31	1,5	2
32	0,7	5
33	0,5	3
34	1,1	4

En la tabla 1 se puede observar que la carga eléctrica 30 tiene una potencia eléctrica nominal de 1,3 kW y se requiere que esté activa por 3 horas por día.

5 Análogamente:

- la carga eléctrica 31 tiene una potencia eléctrica nominal de 1,5 kW y se requiere que esté activa 2 horas por día;
- la carga eléctrica 32 tiene una potencia eléctrica nominal de 0,7 kW y se requiere que esté activa 5 horas por día;
- la carga eléctrica 33 tiene una potencia eléctrica nominal de 0,5 kW y se requiere que esté activa 3 horas por día;
- la carga eléctrica 34 tiene una potencia eléctrica nominal de 1,1 kW y se requiere que esté activa 4 horas por día;

10

15

En la etapa b) se lee una tabla donde está indicado el costo horario (en Euros por MWh) de la energía eléctrica a lo largo de las 24 horas del día, como se puede apreciar en la siguiente tabla 2:

Tabla 2

Horas	Costo [Euros/MWh]
1	41
2	40
3	45
4	44
5	42
6	42
7	46
8	47
9	45
10	46
11	48
12	51
13	50
14	49
15	52
16	53
17	51
18	49
19	36
20	38
21	43
22	42
23	39
24	41

20

En la tabla 2 se puede ver que en la primera columna las horas del día están expuestas en orden numérico de la hora, es decir de 1:00 a 24:00.

En la etapa c) las horas del día están ordenadas en base al costo horario creciente, como se puede ver en la siguiente tabla 3:

25

30

Tabla 3

Horas	Costo [Euros/MWh]
19	36
20	38
23	39
2	40
1	41
24	41
22	42
5	42
6	42
21	43
4	44
3	45
9	45
7	46
10	46
8	47
11	48
14	49
18	49
13	50
12	51
17	51
15	52
16	53

5 En la tabla 3 se puede ver que en la segunda columna están listadas las horas del día en orden creciente, del valor mínimo 36 Euros/MWh al valor máximo 53 Euros/MWh; por consiguiente, en la primera columna las correspondientes horas del día ya no están listadas en orden temporal.

En la etapa d) se genera una tabla de activación de las cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34), que representa las horas durante las cuales está activa (valor 1) o desactiva (valor 0) una carga eléctrica, como se puede ver en la siguiente tabla 4:

10

Tabla 4

Carga	Horas													
	19	20	23	2	1	24	22	5	6	21	4	3	...	16
30	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	...	0
31	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
32	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
33	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
34	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	...	0

15

Por motivos de simplicidad se supone que el contenido de las columnas comprendidas entre la hora 3:00 y la última hora, hora 16:00, es 0.

En la tabla 4 se puede ver que en la hora 19:00 (es decir de 18:00 a 18:59) el programa temporal incluye las cargas eléctricas desactivas (30, 31) (es decir no conectadas a la planta eléctrica (40)) y las cargas eléctricas activas (32, 33, 34) (es decir conectadas a la planta eléctrica (40)).

20

Puesto que la potencia eléctrica nominal de las cargas eléctricas (32, 33 y 34) es igual a 0,7 kW, 0,5 kW y 1,1 kW respectivamente (ver nuevamente la precedente tabla 1), ello significa que en la hora 19:00 el programa temporal incluye un consumo por una potencia eléctrica nominal total igual a  $0,7 + 0,5 + 1,1 = 2,3$  kW.

25

Consideraciones similares pueden hacerse para las horas 20:00, 23:00, 2:00, 1:00, 24:00, 22:00, 5:00, 6:00, 21:00, 4:00, donde el programa temporal incluye un consumo por una potencia eléctrica nominal total igual a 2,3 kW, 2,3 kW, 2,2 kW, 2,2 kW, 1,3 kW, 1,3 kW, 1,3 kW, 1,1 kW, 0,0 kW, 0,0 kW respectivamente.

30

Si se considera una energía eléctrica instalada  $P_c=3,3$  kW y un umbral de potencia eléctrica ( $P_{th}$ ) igual al 70% de la energía eléctrica instalada ( $P_c$ ) (por ende,  $P_{th}=2,3$  kW), se puede observar que el valor de la energía eléctrica nominal total absorbida durante cada hora es igual o menor que el valor del umbral de potencia eléctrica  $P_{th}=2,3$  kW.

En la tabla 4 se puede ver que la carga eléctrica 30 está activa por tres horas (en particular, las horas 24:00, 22:00 y 5:00) de modo de satisfacer los requisitos de horas de activación activadas como está indicado en la precedente tabla 1.

5 Consideraciones similares se pueden hacer para las demás cargas eléctricas (31, 32, 33 y 34), que están activas por 2 horas, 5 horas, 3 horas, 4 horas respectivamente, que de esta manera también satisfacen los requisitos de las horas de activación configuradas indicadas en la precedente tabla 1.

10 Finalmente, en la tabla 4 se puede ver que la cantidad de cargas activas es mayor durante las horas en las cuales el costo horario de la energía eléctrica es más bajo.

En efecto:

- 15 - en las horas 19:00, 20:00 y 23:00 (en las cuales el costo horario es menor e igual a 36, 38 y 39 Euros/MWh respectivamente) hay tres cargas eléctricas (32, 33 y 34) activas y la energía eléctrica absorbida viene maximizada en las horas 19:00, 20:00 y 23:00 (siendo de 2,3 kW);
- 20 - en las horas 2:00 y 1:00 (en las cuales el costo horario es mayor que en las precedentes horas 19:00, 20:00 y 23:00 e igual a 40 y 41 Euros/MWh respectivamente) hay dos cargas eléctricas (31 y 32) activas y la energía eléctrica absorbida viene maximizada en las horas 2:00, 1:00 (igual a 2,2 kW);
- en las horas 24:00, 22:00, 5:00 y 6:00 (en las cuales el costo horario es mayor que en las precedentes horas 2:00 y 1:00 e igual a 41, 42, 42, 42 Euros/MWh respectivamente) está activa solamente una carga eléctrica (30 o 34) y la energía eléctrica absorbida viene maximizada en las horas 22:00, 22:00, 5:00 y 6:00 (siendo de 1,3 o 1,1 kW);
- 25 - en las horas 21:00, 4:00, 3:00, 9:00, 7:00, 10:00, 8:00, 11:00, 14:00, 18:00, 13:00, 12:00, 17:00, 15:00 y 16:00 (en las cuales el costo horario es mayor y está comprendido entre 43 y 53 Euros/MWh) todas las cargas eléctricas están desactivas y, por ende, la energía eléctrica absorbida es nula.

30 Las figuras 7A-7B muestran el diagrama de flujo (200) del método para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica (40) de conformidad con la segunda realización de la invención definida "mercado de electricidad", que corresponde a la quinta modalidad operativa.

El método para controlar la energía eléctrica entregada de la segunda realización es un algoritmo que viene ejecutado en la unidad de control (3) (en particular, en la unidad de procesamiento (3-1)) cada día, por medio de un programa software adecuado que se hace correr, por ejemplo, en un microprocesador.

35 El diagrama de flujo (200) comienza con la etapa 201.

De la etapa 201 se pasa a la etapa 202 donde se efectúa una lectura de los costos horarios de la energía eléctrica, como se ha indicado por ejemplo en la precedente tabla 2.

40 De la etapa 202 se pasa a la etapa 203 donde se genera una tabla de las horas del día ordenadas en base al costo horario creciente, como está indicado, por ejemplo, en la precedente tabla 3.

45 El diagrama de flujo (200) comprende tres ciclos, a saber:

- un primer ciclo más externo compuesto por las etapas 204, 206, 207, 208, 210, 211, 213 y 214, cuya función es la de explorar las 24 horas del día para una combinación particular de cargas eléctricas;
- 50 - un segundo ciclo interno compuesto por las etapas 208, 210 y 212, cuya función es la de explorar las combinaciones de cargas eléctricas a la hora considerada con el objetivo de hallar la combinación que satisface determinados requisitos de potencia eléctrica nominal;
- un tercer ciclo más interno compuesto por las etapas 208, 210, 211, 213 y 212, cuya función es la de explorar todas las combinaciones posibles de las cargas eléctricas.

55 De la etapa 203 se pasa a la etapa 204 en la cual se verifica si el valor corriente de una hora índice ( $I_h$ ) es menor que 24, donde el valor de la hora índice ( $I_h$ ) es un número entero comprendido entre 1 y 24:

- de ser así (es decir,  $I_h > 24$ ), de la etapa 204 se pasa a la etapa 206;
- 60 - de no ser así (es decir  $I_h = 24$ ), de la etapa 204 se pasa a la etapa 205, donde termina el diagrama de flujo (200).

La hora índice ( $I_h$ ) cambia cada vez que viene ejecutado el primer ciclo externo compuesto por las etapas 204, 206, 207, 208, 210, 211, 213 y 214, hasta volver a la etapa 204; en particular, la secuencia de los valores de la hora índice ( $I_h$ ) viene determinada de conformidad con el orden de costo horario creciente.

Se considere, por ejemplo, el orden del costo horario ilustrado en la tabla 3, la secuencia de valores de la hora índice ( $I_h$ ) es 19:00, 20:00, 23:00, 2:00, 1:00, ... 16:00.

5 En la etapa 206 se efectúa un cálculo, por el valor actual de la hora índice ( $I_h$ ), de una pluralidad de combinaciones posibles ( $C_1, C_2, C_3, \dots C_n$ ) de la pluralidad de cargas eléctricas.

10 Las combinaciones  $C_1, C_2, C_3, \dots C_n$  representan todas las combinaciones posibles de activación/desactivación de las cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34), a medida que cambian las horas del día ordenadas en base al costo horario creciente; sucesivamente, se seleccionará una combinación adecuada que satisfaga determinados requisitos de potencia eléctrica nominal.

De la etapa 206 se pasa a la etapa 207 donde se efectúa una selección del valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ), de una combinación actual de cargas eléctricas entre la pluralidad de combinaciones posibles ( $C_1, C_2, C_3, \dots C_n$ ).

15 De la etapa 208 se pasa a la etapa 207 donde se efectúa un cálculo para el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ) de la energía eléctrica nominal total de la combinación actual de cargas eléctricas activas.

20 Con mayor nivel de detalles, en la etapa 207 se efectúa un cálculo, del valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ), y del valor  $i$ -ésimo de la potencia eléctrica nominal total ( $P_{total}(i)$ ) asociada a las cargas eléctricas activas de la combinación corriente, donde  $i$  es un valor entero que representa las 24 horas del día.

25 Considerando por ejemplo la tabla 4 y los valores de la potencia eléctrica nominal de las cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34) indicadas en la tabla 1, para la hora 19:00 se calcula  $P_{total}(19)=P_{32}+P_{33}+P_{34}=(0,7+0,5+1,1) \text{ kW}=2,3 \text{ kW}$ , donde  $P_{32}$  denota la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica 32,  $P_{33}$  la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica 33 y  $P_{34}$  la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica 34.

30 De la etapa 208 se pasa a la etapa 210 en la cual se verifica si el valor de la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente en el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ) es igual o menor que el valor del umbral de potencia eléctrica ( $P_{th}$ ) y se verifica si el valor de la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente en el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ) es mayor que el valor de la potencia eléctrica nominal total de la precedente combinación del valor corriente de la hora índice:

35 - de ser así (es decir si la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente del valor corriente de la hora índice  $I_h \leq P_{th}$  y, además, la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente del valor corriente de la hora índice  $I_h >$  potencia eléctrica nominal total de la precedente combinación del valor corriente de la hora índice  $I_h$ ), de la etapa 21 se pasa a la etapa 211;

40 - de no ser así (es decir si la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente del valor corriente de la hora índice  $I_h > P_{th}$  o la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente del valor corriente de la hora índice  $I_h <$  potencia eléctrica nominal total de la precedente combinación del valor corriente de la hora índice  $I_h$ ), de la etapa 210 se pasa a la etapa 212.

Considerando  $P_{th}=2,3 \text{ kW}$ , en la etapa 210 se verifica si en la hora 19:00 el valor calculado de la suma  $P_{total}(19)$  de la potencia eléctrica de las cargas eléctricas activas es igual o menor que  $P_{th}=2,3 \text{ kW}$ .

45 En este ejemplo, en la etapa 210 se detecta que el valor  $P_{total}(19)=2,3 \text{ kW}$  es igual a  $P_{th}=2,3 \text{ kW}$  y, por ende, de la etapa 210 se pasa a la etapa 211.

50 Consideraciones similares pueden ser hechas cuando se vuelve a ejecutar el ciclo más externo compuesto por las etapas 204, 206, 207, 208, 210, 211, 213 y 214; por ende, para cada combinación de la hora índice ( $I_h$ ) se verifica si la suma  $P_{total}(i)$  de la potencia eléctrica de las cargas eléctricas activas es igual o menor que  $P_{th}=2,3 \text{ kW}$ .

55 En el caso de una combinación en la cual por ejemplo todas las cargas eléctricas están activas, en la etapa 210 en la hora considerada se detecta que el valor  $P_{total}$  es mayor que  $P_{th}=2,3 \text{ kW}$  y, por ende, en este caso de la etapa 210 se pasa a la etapa 212.

En la etapa 212 se selecciona, para el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ), la próxima combinación de cargas eléctricas y, por ende, la combinación corriente de las cargas eléctricas viene asignada igual a la próxima combinación de cargas eléctricas.

60 De la etapa 212 se vuelve a la etapa 208.

Por lo tanto, el ciclo compuesto por las etapas 208, 210 y 212 viene repetido hasta cuando se halla una combinación (para el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ )) de la pluralidad de cargas eléctricas que satisface la condición de la etapa 210.

65

Por ejemplo, el ciclo termina cuando se genera en la hora índice 19:00 el programa temporal mostrado en la precedente tabla 4.

5 En efecto, en este caso en la etapa 210 viene detectado que a la hora índice  $I_h=19$  no solamente se satisface el requisito de la potencia eléctrica nominal total  $P_{total}(19) \leq P_{th}$ , sino también que el valor de la potencia eléctrica nominal total  $P_{total}(19) = (0,7 + 0,5 + 1,1) \text{ kW} = 2,3 \text{ kW}$  es máximo.

10 Consideraciones similares se pueden hacer cuando el ciclo compuesto por las etapas 208, 210 y 212 viene ejecutado nuevamente, por ende para cada combinación de la hora índice ( $I_h$ ) viene calculado el valor de la  $i$ -ésima potencia eléctrica nominal total  $P_{total}(i)$  que es igual o menor que  $P_{th} = 2,3 \text{ kW}$  y al mismo tiempo su valor es máximo, de conformidad con los siguientes valores:

- $P_{total}(20) = 0,7 + 0,5 + 1,1 = 2,3 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(23) = 0,7 + 0,5 + 1,1 = 2,3 \text{ kW}$ ;
- 15 -  $P_{total}(2) = 1,5 + 0,7 = 2,2 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(1) = 1,5 + 0,7 = 2,2 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(24) = 1,3 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(22) = 1,3 \text{ kW}$ ;
- 20 -  $P_{total}(5) = 1,3 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(6) = 1,1 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(21) = 0 \text{ kW}$ ;
- $P_{total}(4) = P_{total}(3) = P_{total}(9) = P_{total}(7) = P_{total}(10) = P_{total}(8) = P_{total}(11) = P_{total}(14) =$
- $P_{total}(18) = P_{total}(13) = P_{total}(12) = P_{total}(17) = P_{total}(15) = P_{total}(16) = 0 \text{ kW}$ .

25 En la etapa 211 el valor de la potencia eléctrica nominal total de la combinación corriente del valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ) viene asignado igual al valor de la potencia eléctrica nominal de la combinación corriente del valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ), es decir el valor de la potencia eléctrica nominal de la combinación corriente viene memorizada en la combinación corriente del valor de la hora índice ( $I_h$ ).

30 Asimismo, en la etapa 211 viene memorizada la combinación corriente de la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34) del valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ), es decir cuáles cargas están activas y cuáles cargas no están activas.

En el ejemplo antes considerado de la tabla 4, viene memorizada (en la hora índice 19) la combinación  $C_3(19)$  memorizada donde las cargas eléctricas 32, 33 y 34 están activas, mientras que las cargas eléctricas 30 y 31 están desactivas.

35 De la etapa 211 se pasa a la etapa 213 en la cual se verifica si se han analizado todas las combinaciones posibles de las cargas eléctricas del valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ):

- de no ser así, de la etapa 213 se vuelve a la etapa 212;
- 40 - de ser así, de la etapa 213 se pasa a la etapa 214.

En la etapa 214 se actualiza, para el día siguiente, el plan temporal de la conexión/desconexión de la pluralidad de cargas eléctricas 30, 31, 32, 33 y 34 en el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ).

45 Se ha notado que en el caso de que la carga eléctrica ya haya sido programada para una determinada cantidad de horas igual a la cantidad de horas de activación de la carga, entonces dicha carga eléctrica no viene considerada en el cálculo de las combinaciones posibles de la hora índice ( $I_h$ ) que sigue a dicha determinada cantidad de horas.

50 Asimismo, en la etapa 214 el valor corriente de la hora índice ( $I_h$ ) es asignado igual al próximo valor de la hora índice ( $I_h$ ).

De la etapa 214 se vuelve a la etapa 204.

55 Por lo tanto, el ciclo compuesto por las etapas 204, 206, 207, 208, 210, 211, 213 y 214 viene repetido hasta haber analizado los 24 valores de la hora índice ( $I_h$ ).

Al día siguiente viene realizada una conexión/desconexión de la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31, 32, 33 y 34), de conformidad con el resultado del plan temporal realizado según el diagrama de flujo (200).

60 Considerando por ejemplo que el resultado del plan temporal es la tabla 4, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

- en la hora 1:00 las cargas eléctricas 30, 33 y 34 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 31 y 32 vienen conectadas a la planta eléctrica (40);
- 65 - en la hora 2:00 las cargas eléctricas 30, 33 y 34 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 31 y 32 vienen conectadas a la planta eléctrica (40);

- en las horas comprendidas entre las 3:00 y las 18:00 las cargas eléctricas 30, 31, 32, 33 y 34 vienen desconectadas de la planta eléctrica 40;
- en la hora 19:00 las cargas eléctricas 30 y 31 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 32, 33 y 34 vienen conectadas a la planta eléctrica (40);
- 5 - en la hora 20:00 las cargas eléctricas 30 y 31 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 32, 33 y 34 vienen conectadas a la planta eléctrica (40);
- en la hora 21:00 las cargas eléctricas 30, 31, 32, 33 y 34 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40);
- en la hora 22:00 la carga eléctrica 30 viene conectada a la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 31, 32, 33 y 34 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40);
- 10 - en la hora 23:00 las cargas eléctricas 30 y 31 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 32, 33 y 34 vienen conectadas a la planta eléctrica (40);
- en la hora 24:00 la carga eléctrica 30 viene conectada a la planta eléctrica (40), mientras que las cargas eléctricas 31, 32, 33 y 34 vienen desconectadas de la planta eléctrica (40).

15 Nótese que la quinta modalidad operativa puede ser utilizada en combinación con la primera modalidad operativa donde viene reducida la cantidad de interrupciones (apagones) de energía eléctrica hacia la planta eléctrica (40).

20 En otros términos, para la unidad de control (3) es posible efectuar el plan temporal de conexión/desconexión de la pluralidad de cargas eléctricas en función de los costos horarios de la energía eléctrica (por ejemplo como está indicado en la precedente tabla 4) y es posible, de todos modos, que ocurra una condición operativa en la cual se podría generar una condición de sobrecarga; periódicamente la unidad de control (3) controla el valor de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) para verificar si es necesario desconectar una de las cargas eléctricas para impedir que se determine una condición de sobrecarga, como se explicó con anterioridad con relación a la descripción de la primera realización que corresponde a la primera modalidad operativa (diagrama de flujo (100) de las figuras 4A-4D).

25 Se suponga por ejemplo usar el programa temporal de conexión/desconexión de las cargas eléctricas según la tabla 4, en la hora 20:00 es posible que la unidad de control (3) detecte la presencia de una posible condición de sobrecarga y que se efectúe la desconexión de la carga eléctrica (34) con la prioridad más baja.

30 Nótese que a los efectos de la explicación de la segunda realización ("mercado de electricidad") se han considerado intervalos temporales del día y de las horas del día como subintervalos, pero más en general es posible considerar un intervalo temporal definido que sea diferente del día y respectivos subintervalos (de dicho intervalo temporal definido) diferentes de la hora.

35 También es objeto de la presente invención un dispositivo electrónico para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica (40), el dispositivo comprendiendo una unidad de control (3) configurada para generar una señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) que indica una condición de conectada o desconectada de una pluralidad de cargas eléctricas, donde cada una de las cargas eléctricas puede ser conmutada entre la condición de conectada, en la cual la carga eléctrica está conectada eléctricamente a la planta eléctrica (40), y una condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica está desconectada eléctricamente de la planta eléctrica (40).

40 El dispositivo electrónico de control comprende una memoria configurada para almacenar una tabla que asocia a cada carga eléctrica un respectivo valor de potencia eléctrica nominal y la cantidad de horas de activación en un día. La unidad de control (3) está configurada para:

- 45 - recibir, todos los días, el costo horario de la energía eléctrica;
- ordenar las horas del día en base al costo horario creciente;
- calcular un plan de activación concerniente al día siguiente de al menos una parte de la pluralidad de cargas eléctricas de modo de maximizar la energía eléctrica absorbida en las horas del día durante las cuales el costo horario de la energía eléctrica es más bajo, de modo que en cada hora del día la suma total de la potencia nominal de las cargas eléctricas activas sea igual o menor que un umbral de potencia eléctrica y de modo de satisfacer, para cada carga eléctrica, los requisitos de horas de activación en ese día;
- 50 - en cada hora del día siguiente, generar la señal de conmutación ( $S_{sw}$ ) que indica la condición de conectada o la condición de desconectada de la pluralidad de cargas eléctricas a/de la planta eléctrica (40), en base al resultado del plan de activación.

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo electrónico (1) para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica (40), el dispositivo comprendiendo:
- al menos un sensor (2) configurado para medir una tensión eléctrica y una corriente eléctrica de la planta eléctrica y generar al menos una señal de medición (S\_ms) que indica dicha medida de la tensión eléctrica y de la corriente eléctrica;
  - 10 - una unidad de control (3) conectada eléctricamente a por lo menos un sensor, donde la unidad de control está configurada para recibir al menos una señal de medida y generar una señal de conmutación (S\_sw) que indica una condición de conectada o desconectada de una pluralidad de cargas eléctricas (30, 31), donde cada una de las cargas eléctricas puede ser conmutada entre la condición de conectada, en la cual la carga eléctrica está conectada eléctricamente a la planta eléctrica, y una condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica está desconectada eléctricamente de la planta eléctrica;
  - 15 donde la unidad de control es configurada para:
    - a) calcular, en función del valor de la señal de medición, una medida de la energía eléctrica instantánea (P\_i) absorbida por la planta eléctrica;
    - 20 b) detectar (102, t0) que el valor de la energía eléctrica instantánea medida sea mayor que el valor de un primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct) y generar la señal de conmutación con un valor que mantiene la condición de conectada de cada una de la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31) en ese momento conectada a la planta eléctrica (40);
    - 25 b) detectar (106, t1) que el valor de la energía eléctrica instantánea medida sea mayor que el valor de un segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct) y generar la señal de conmutación con el valor que mantiene la condición de conectada a cada una de la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31) en ese momento conectadas a la planta eléctrica (40), donde el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada;
    - 30 d1) medir (107) un segundo intervalo temporal de exceso que indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea mayor que el segundo umbral de energía eléctrica instalada y el instante efectivo de medición;
    - d2) calcular (107) un segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida en función de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica durante el segundo intervalo temporal de exceso;
    - 35 e) calcular (108) un segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int) más corto que un primer umbral temporal (T1\_th);
    - f1) detectar (109, t2) que el valor del segundo indicador estadístico de la energía eléctrica absorbida es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct);
    - f2) detectar (109, t2) que el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int);
    - 40 g) generar (110) la señal de conmutación con un valor que indica la transición de la condición de conectada a la condición de desconectada de al menos una carga eléctrica (31) entre la pluralidad de cargas eléctricas.
- 45 2. Dispositivo electrónico (1) según la reivindicación 1, donde la unidad de control, además, es configurada, entre b) y c), para:
- b1) medir (103, t0) un primer intervalo temporal de exceso que indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea mayor que el primer umbral de energía eléctrica instalada y el instante de medición efectivo;
  - 50 b2) calcular (103) un primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida en función de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica durante el primer intervalo temporal de exceso;
  - b3) calcular (105) un primer intervalo temporal de intervención (T1\_int) menor que un segundo umbral temporal (T2\_th), donde el valor del primer umbral temporal es menor que el valor del segundo umbral temporal;
- y donde la unidad de control, además, es configurada, después de g), para
- 55 h1) detectar (115, t4) que el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct);
  - h2) detectar (115, t4) que el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer intervalo temporal de intervención (T1\_int);
  - 60 i) generar (116) la señal de conmutación con un valor que indica la condición de desconectada de al menos una adicional carga eléctrica (30) entre la pluralidad de cargas eléctricas.
3. Dispositivo electrónico (1) según la reivindicación 2, donde la unidad de control, además, es configurada, entre g) y h1), para:

- g1) detectar (111, t3) que el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_int);  
 g2) fijar en cero (112) el segundo indicador estadístico de la energía eléctrica absorbida;  
 g3) memorizar (113) información que indica que no ha sido superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct);  
 g4) efectuar (114, 180, t3, t5, t6) un intento de conectar al menos una carga eléctrica;  
 g5) en el caso de conexión llevada a cabo, generar la señal de conmutación con un valor que indica la reconexión a la planta eléctrica de al menos una carga eléctrica (31) entre la pluralidad de cargas eléctricas.
4. Dispositivo electrónico (1) según la reivindicación 3, donde la unidad de control, además, es configurada, después de h2) e i), para:
- l) detectar (117, t5) que el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor de un segundo umbral temporal (T2\_th);  
 m) fijar en cero (118) el primer indicador estadístico de la energía eléctrica absorbida;  
 n) memorizar (119) información que indica que no ha sido superado el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct);  
 o) efectuar (120, 180, t3, t5, t6) un intento de conectar al menos una carga eléctrica;  
 p) en caso de conexión llevada a cabo, generar la señal de conmutación con un valor que indica la conexión a la planta eléctrica de al menos una carga eléctrica (30) adicional entre la pluralidad de cargas eléctricas.
5. Dispositivo electrónico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la unidad de control es configurada, además, en b3) para calcular dinámicamente el primer intervalo temporal de intervención (T1\_int) en función del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct), del primer indicador estadístico de potencia eléctrica (<P1>) y de la potencia eléctrica nominal solamente de la carga eléctrica en ese momento conectada con la prioridad más baja,
- donde la unidad de control, además es configurada en e) para calcular dinámicamente el segundo intervalo temporal de intervención (T2\_int) en función del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct), del segundo indicador estadístico de potencia eléctrica (<P2>) y de la potencia eléctrica nominal solamente de la carga eléctrica en ese momento conectada con la prioridad más baja.
6. Dispositivo electrónico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la unidad de control es configurada, además, en g) para:
- g10) buscar (150-2), entre la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31) en ese momento conectadas a la planta eléctrica, la carga eléctrica con la prioridad más baja;  
 g11) identificar (150-3) la carga eléctrica con la prioridad más baja;  
 g12) desconectar (150-4) la carga eléctrica identificada;  
 g13) actualizar (150-7) parámetros de cálculo del primer y del segundo intervalo temporal de intervención;
- donde en b3) y en e) la unidad de control es configurada para calcular el primero y el segundo intervalo temporal de intervención en función de la energía eléctrica nominal absorbida por la pluralidad de cargas eléctricas, en función de la respectiva prioridad de la pluralidad de cargas eléctricas y en función de los valores de los parámetros actualizados.
7. Dispositivo electrónico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 3 a 6, donde la unidad de control es configurada, además, en g4) y o) para:
- buscar (180-2), entre la pluralidad de cargas eléctricas en ese momento desconectadas de la planta eléctrica, la carga eléctrica con la prioridad más alta;
  - identificar (180-3) la carga eléctrica con la prioridad más alta;
  - detectar (180-4) que la suma de la energía eléctrica instantánea absorbida (P\_i) y de la potencia eléctrica nominal de la carga eléctrica identificada es menor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct);
  - generar (180-6) la señal de conmutación con un valor que indica la conexión a la planta eléctrica de al menos una carga eléctrica adicional entre la pluralidad de cargas eléctricas;
  - actualizar (180-7) los parámetros de cálculo del primer y del segundo intervalo temporal de intervención.
8. Dispositivo electrónico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que, además, comprende una memoria configurada para almacenar una tabla que asocia a cada carga eléctrica un respectivo valor de potencia eléctrica nominal y la cantidad de horas de activación en un día, donde la unidad de control es configurada, además, para:
- recibir, todos los días, el costo horario de la energía eléctrica;
  - ordenar las horas del día en base al costo horario creciente;

- 5 - calcular un plan de activación para el día siguiente de al menos una parte de la pluralidad de cargas eléctricas de modo de maximizar la energía eléctrica absorbida en las horas del día en las cuales el costo horario de la energía eléctrica es más bajo, de modo que en cada hora del día la suma total de la potencia nominal de las cargas eléctricas activas sea igual o menor que un valor de umbral de potencia eléctrica y de modo de satisfacer, para cada carga eléctrica, los requisitos de horas de activación del día;
- en cada hora del día siguiente, generar la señal de conmutación que indica la condición de conectada o desconectada de la pluralidad de cargas eléctricas a/de la planta eléctrica, en base al resultado de dicho plan de activación.
- 10 9. Dispositivo electrónico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que, además, comprende una unidad de conmutación (4) conectada eléctricamente a la unidad de control y configurada para recibir la señal de conmutación y a partir de ella generar una señal de control (S\_drv) para conectar/desconectar la pluralidad de cargas eléctricas a/de la planta eléctrica (40).
- 15 10. Dispositivo electrónico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde:
- el primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida es el valor medio de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica durante el primer intervalo temporal de exceso;
- 20 - el segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida es el valor medio de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica durante el segundo intervalo temporal de exceso.
11. Sistema para la gestión de energía eléctrica de una planta eléctrica, el sistema comprendiendo:
- 25 - una planta eléctrica (40) que comprende una pluralidad de cargas eléctricas (30, 31);
- un contador electrónico (41) intercalado entre una red de distribución eléctrica y dicha planta eléctrica, donde el contador electrónico está configurado para medir la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica y para interrumpir la entrega de energía eléctrica proveniente de la red de distribución eléctrica a la planta eléctrica en el caso que tenga lugar una condición de sobrecarga de la planta eléctrica;
- 30 - un dispositivo electrónico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo electrónico está conectado eléctricamente a la planta eléctrica y está configurado para efectuar la desconexión de al menos una de la pluralidad de cargas eléctricas antes de que tenga lugar una condición de sobrecarga de la planta eléctrica.
- 35 12. Método (100) para controlar la energía eléctrica entregada a una planta eléctrica (40), el método comprendiendo las etapas de:
- 40 a) alimentar una pluralidad de cargas eléctricas (30, 31) conectadas eléctricamente a la planta eléctrica, donde cada una de las cargas eléctricas puede ser conmutada entre una condición de conectada, en la cual la carga eléctrica está conectada eléctricamente a la planta eléctrica, y una condición de desconectada, en la cual la carga eléctrica está desconectada eléctricamente de la planta eléctrica;
- b) calcular una medida de la energía eléctrica instantánea ( $P_i$ ) absorbida por la planta eléctrica, en función de una medida de la tensión eléctrica y de la corriente eléctrica de la planta eléctrica;
- 45 c) detectar ( $t_0$ ) que el valor de la energía eléctrica instantánea medida es mayor que el valor de un primer umbral de energía eléctrica instalada ( $P1_{ct}$ ) y mantener la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31) conectadas a la planta eléctrica (40);
- d) detectar ( $t_1$ ) que el valor de la energía eléctrica instantánea medida es mayor que el valor de un segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ ) y mantener la pluralidad de cargas eléctricas (30, 31) conectadas a la planta eléctrica (40), donde el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada;
- 50 e) medir (107) un segundo intervalo temporal de exceso que indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea mayor que el segundo umbral de energía eléctrica instalada y el instante efectivo de medición;
- f) calcular (107) un segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida en función de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica durante el segundo intervalo temporal de exceso;
- 55 g) calcular (108) un segundo intervalo temporal de intervención ( $T2_{int}$ ) más corto que un primer umbral temporal ( $T1_{th}$ );
- h) detectar ( $t_2$ ) que el valor del segundo indicador estadístico de la energía eléctrica absorbida es mayor que el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada ( $P2_{ct}$ );
- 60 i) detectar que el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del segundo intervalo temporal de intervención ( $T2_{int}$ );
- l) desconectar al menos una carga eléctrica de la planta eléctrica.
13. Método (100) para controlar la energía eléctrica entregada según la reivindicación 12, que, además, comprende, entre las etapas c) y d), las etapas de:
- 65

- 5 c1) medir (t0, 103) un primer intervalo temporal de exceso que indica el intervalo temporal comprendido entre el instante de detección del valor de la energía eléctrica instantánea mayor que el primer umbral de energía eléctrica instalada y el instante efectivo de medición;
- c2) calcular (103) un primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida en función de la energía eléctrica absorbida por la planta eléctrica durante el primer intervalo temporal de exceso;
- c3) calcular (105) un primer intervalo temporal de intervención (T1\_int) menor que un segundo umbral temporal (T2\_th), donde el valor del primer umbral temporal es menor que el valor del segundo umbral temporal;
- 10 el método, además, comprendiendo, después de la etapa l), las etapas de:
- m1) detectar (t4, 115) que el valor del primer indicador estadístico de energía eléctrica absorbida es mayor que el valor del primer umbral de energía eléctrica instalada (P1\_ct);
- m2) detectar (t4, 115) que el valor del primer intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer intervalo temporal de intervención (T1\_int);
- 15 n) generar (116) la señal de conmutación con un valor que indica la condición de desconectada de al menos una carga eléctrica (30) adicional entre la pluralidad de cargas eléctricas.
14. Método (100) para controlar la energía eléctrica entregada según la reivindicación 13, que, además, comprende, entre las etapas l) y m1), las etapas de:
- 20 l1) detectar (t3, 111) que el valor del segundo intervalo temporal de exceso es mayor que el valor del primer umbral temporal (T1\_th);
- l2) fijar en cero (112) el segundo indicador estadístico de energía eléctrica absorbida;
- 25 l3) almacenar (113) información que indica que no ha sido superado el valor del segundo umbral de energía eléctrica instalada (P2\_ct);
- l4) efectuar (t6, 114, 180, t3, t5) un intento de conectar al menos una carga eléctrica;
- l5) en caso de conexión llevada a cabo, conectar a la planta eléctrica al menos una carga eléctrica (31) de la pluralidad de cargas eléctricas.
- 30 15. Programa de ordenador que comprende porciones de código software aptas para realizar las etapas del método según las reivindicaciones de 11 a 14, cuando dicho programa se lo hace correr en al menos un ordenador.

35

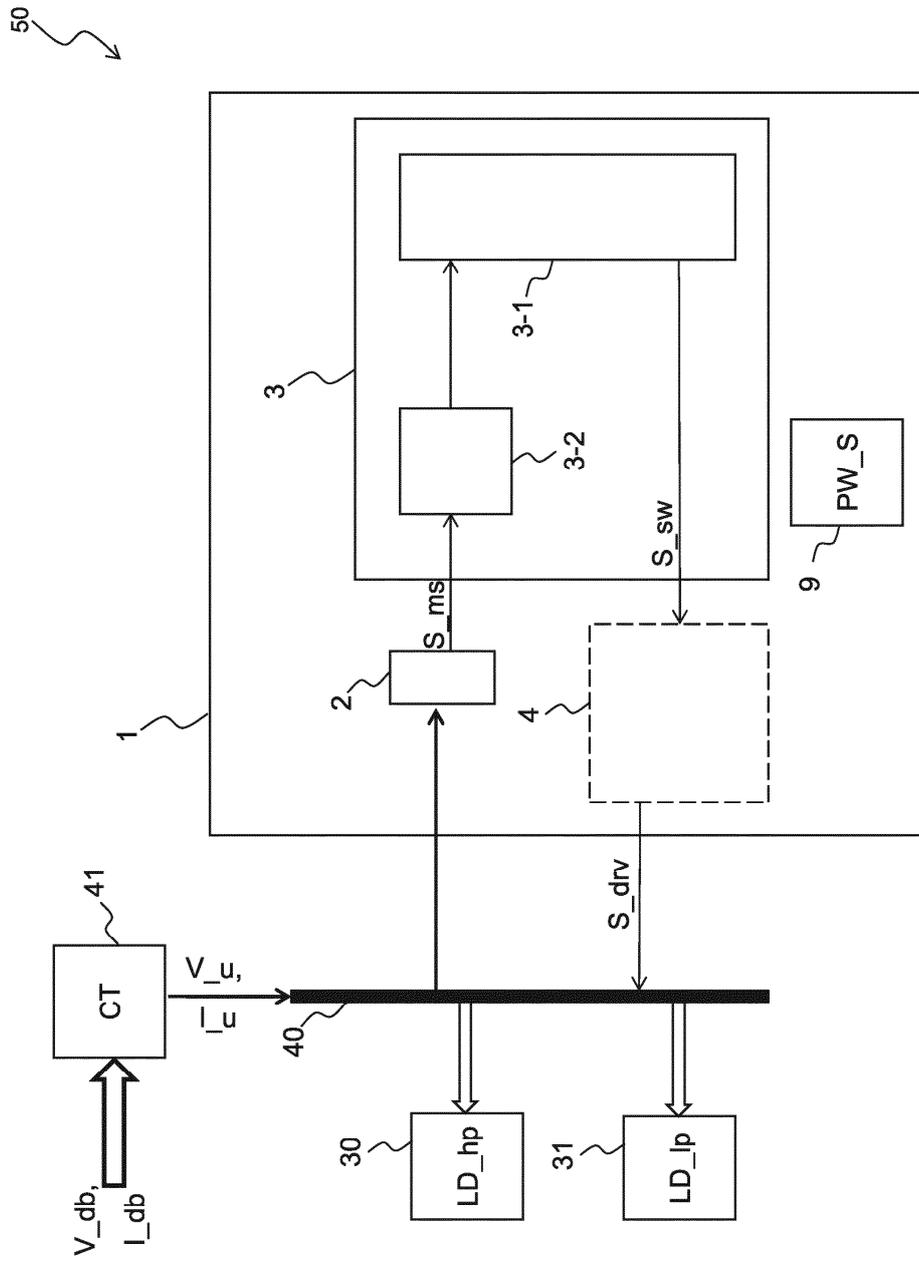


Fig. 1

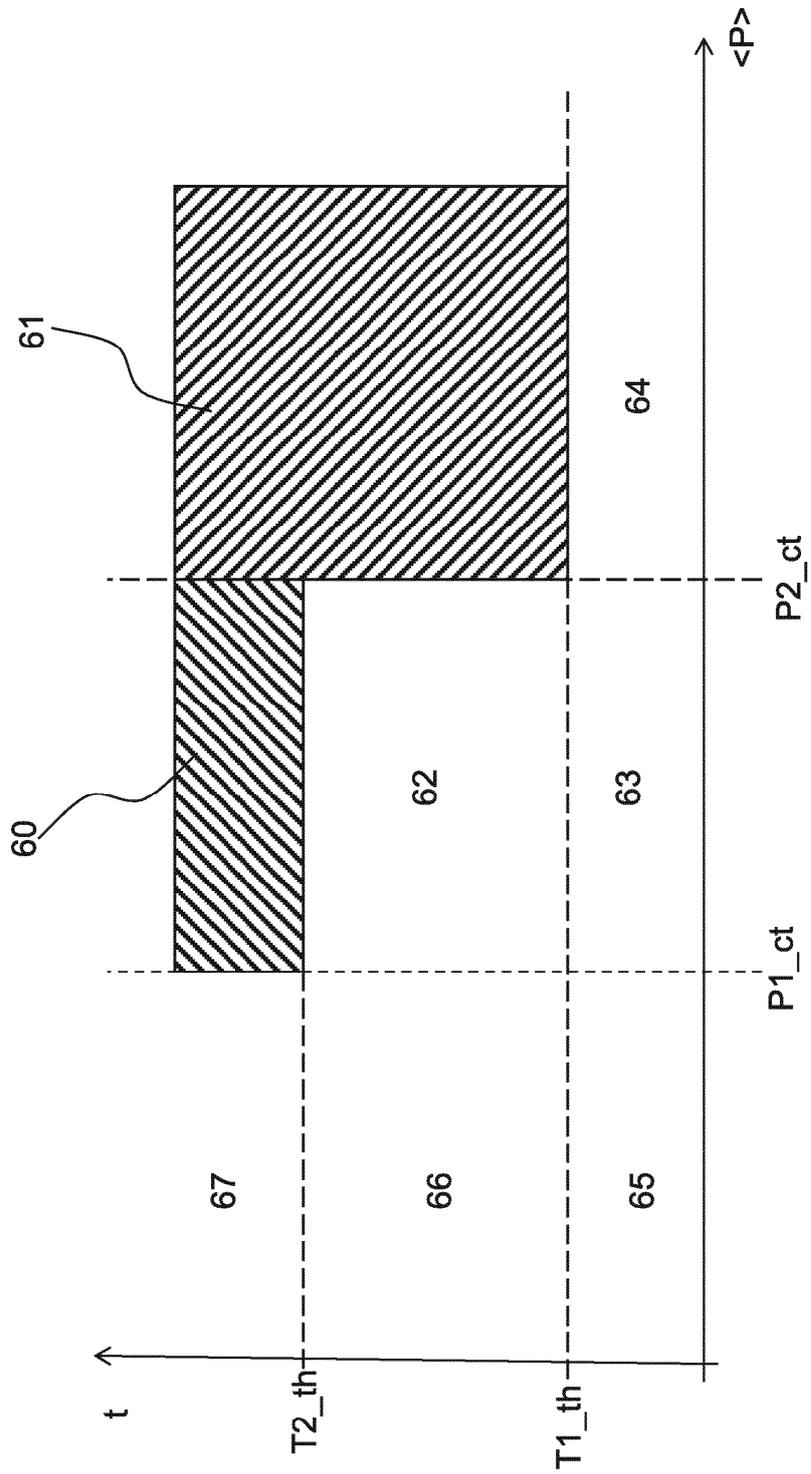


Fig. 2

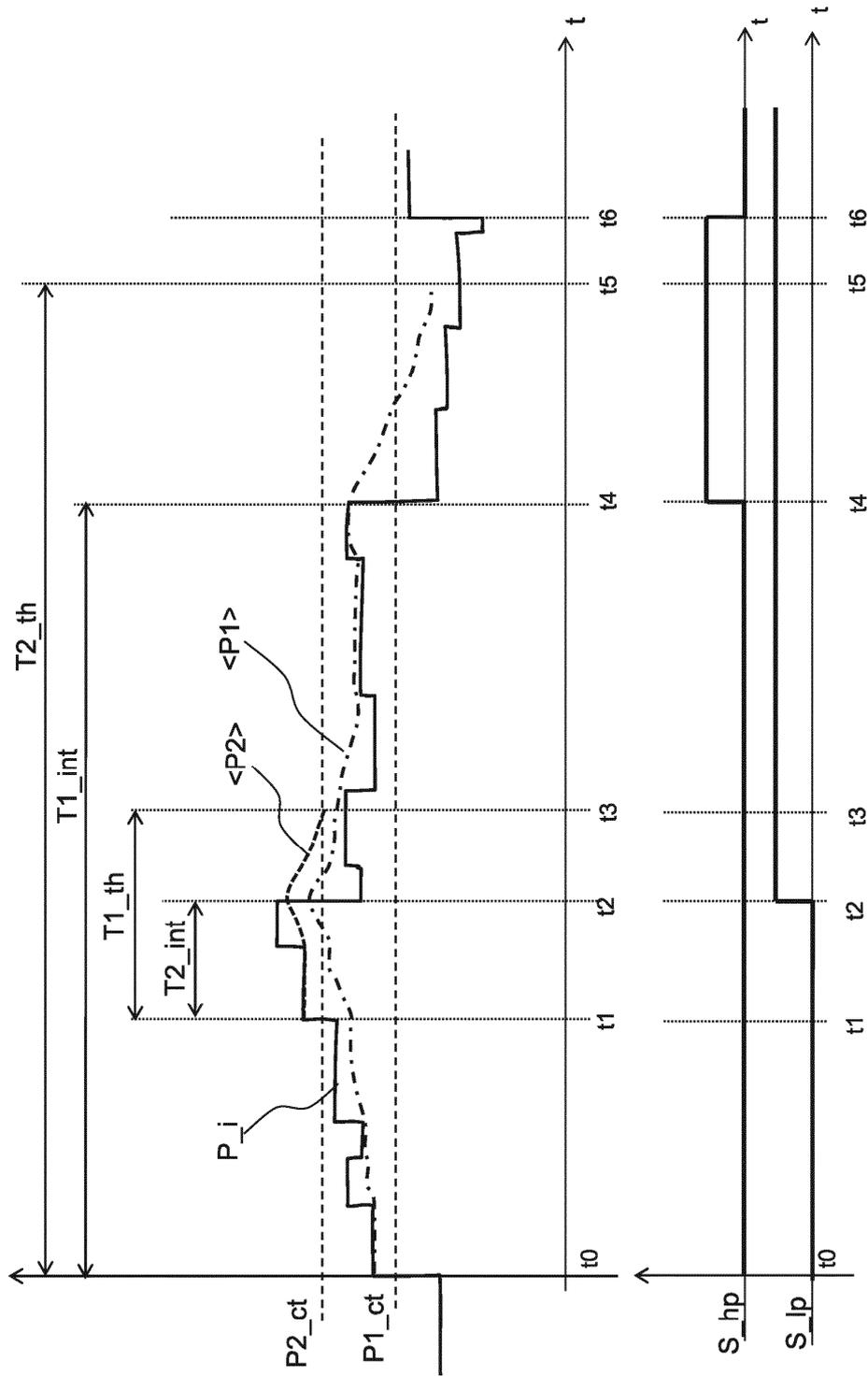


Fig. 3

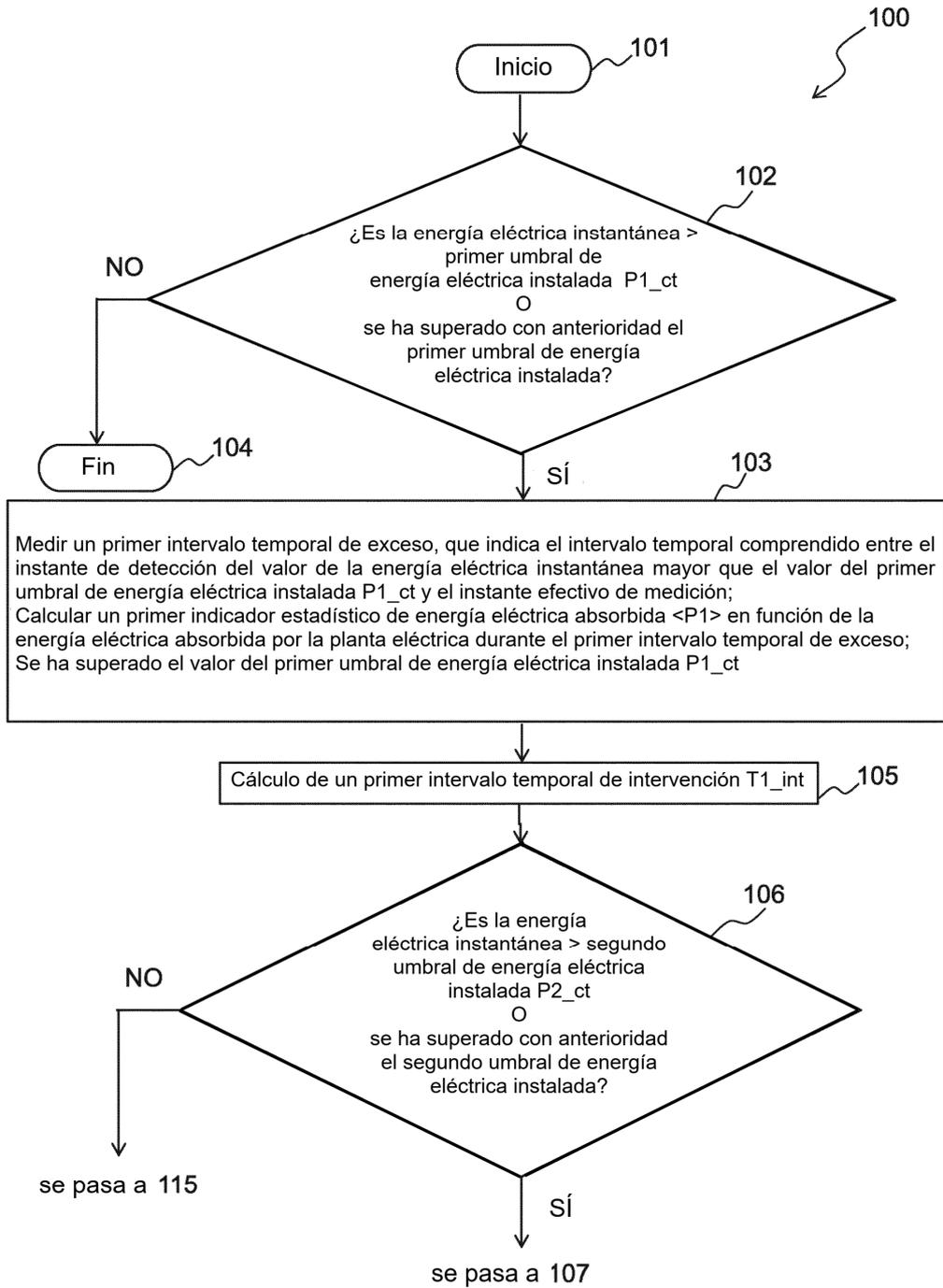


Fig. 4A

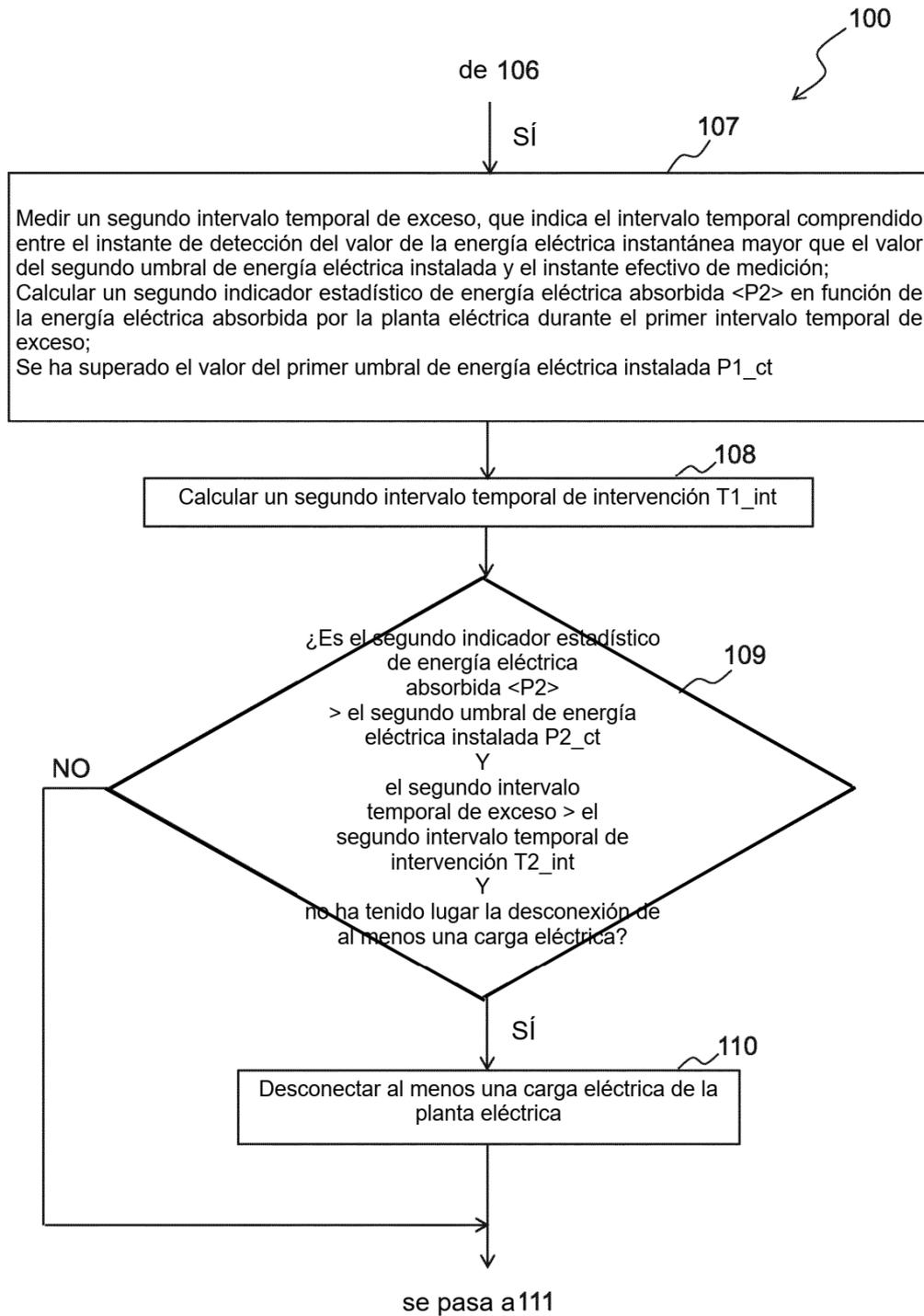


Fig. 4B

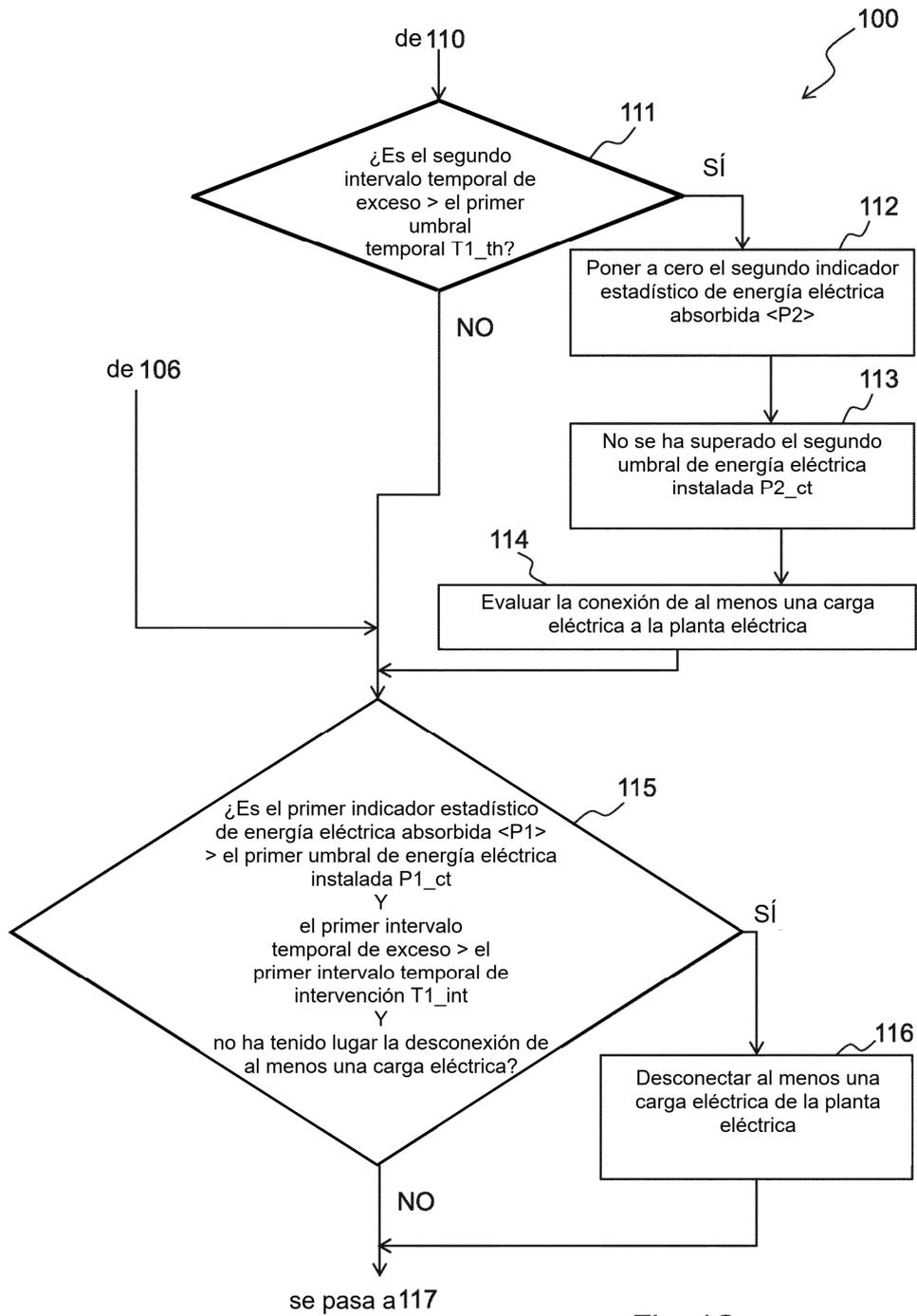


Fig. 4C

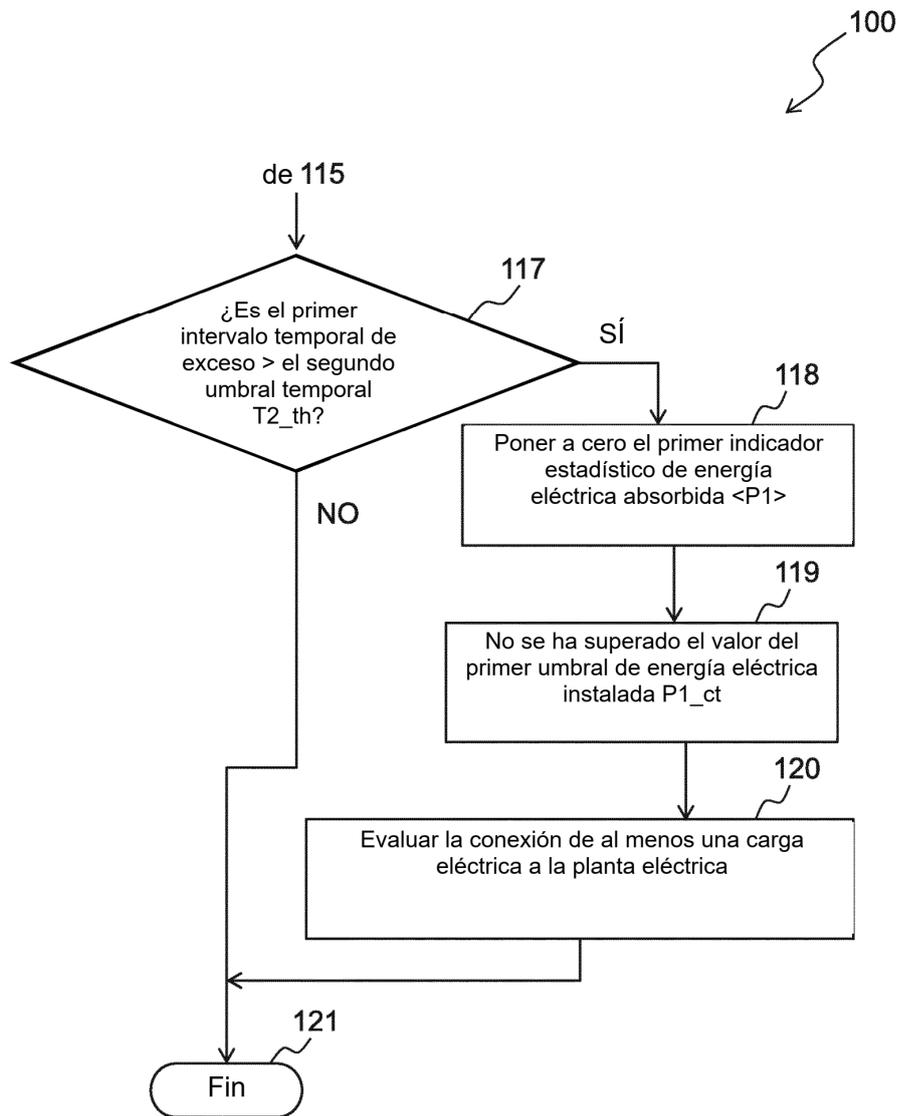


Fig. 4D

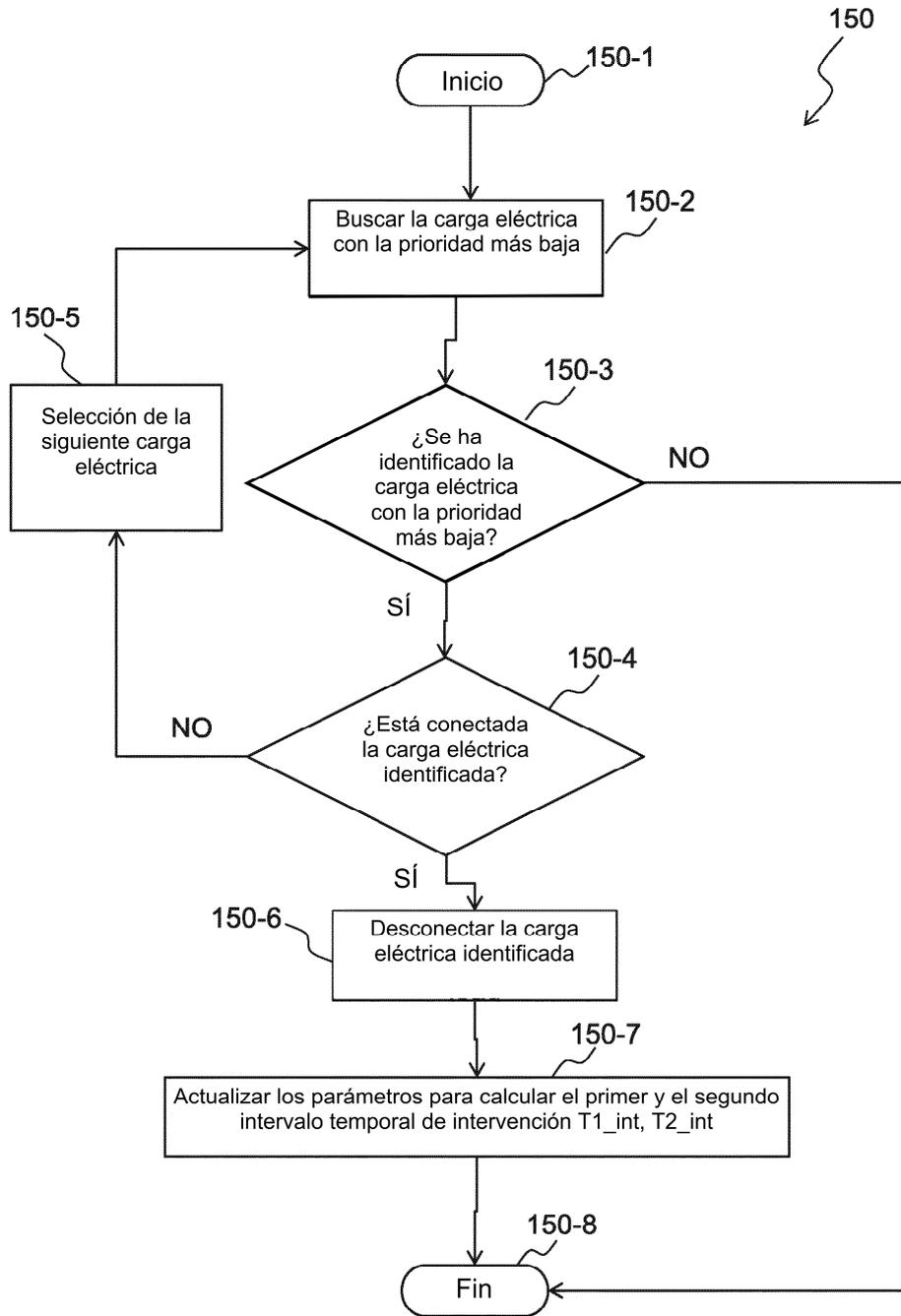


Fig. 5

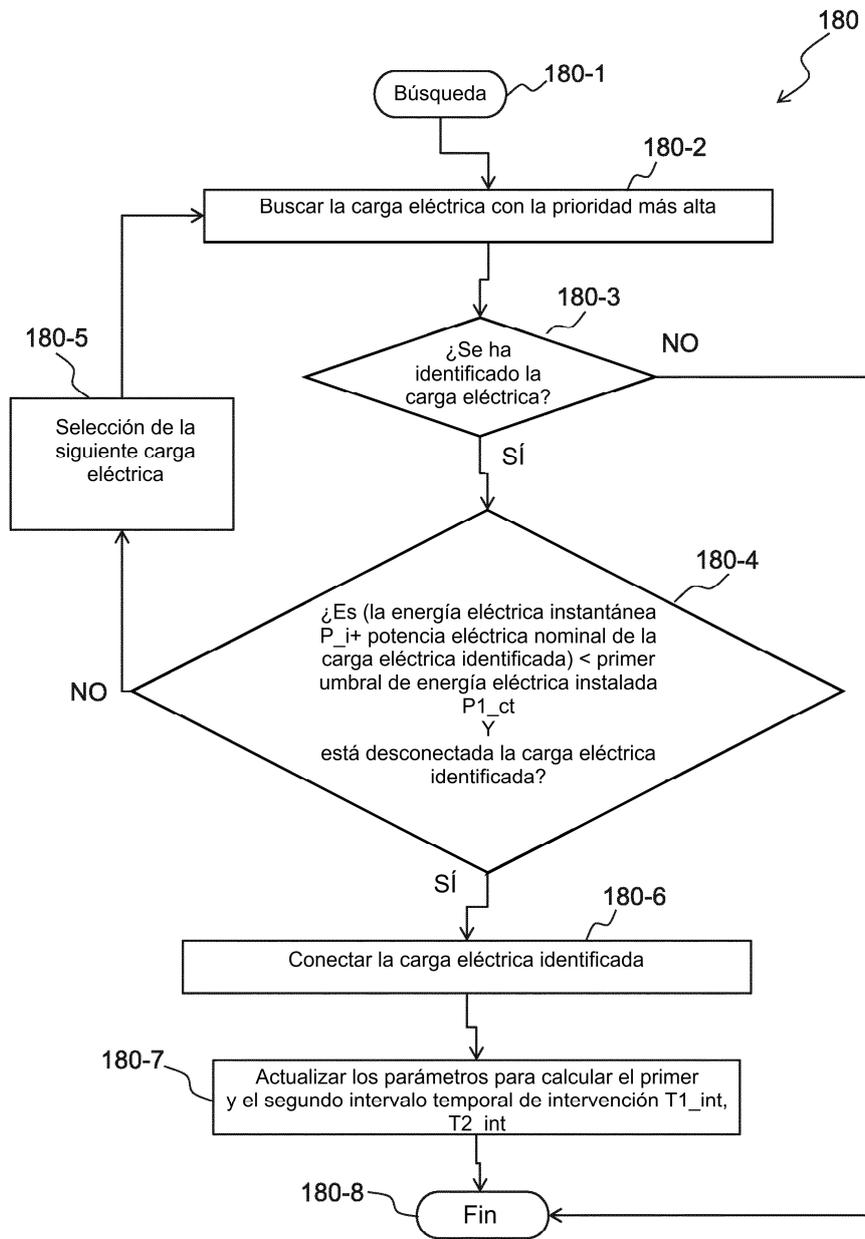


Fig. 6

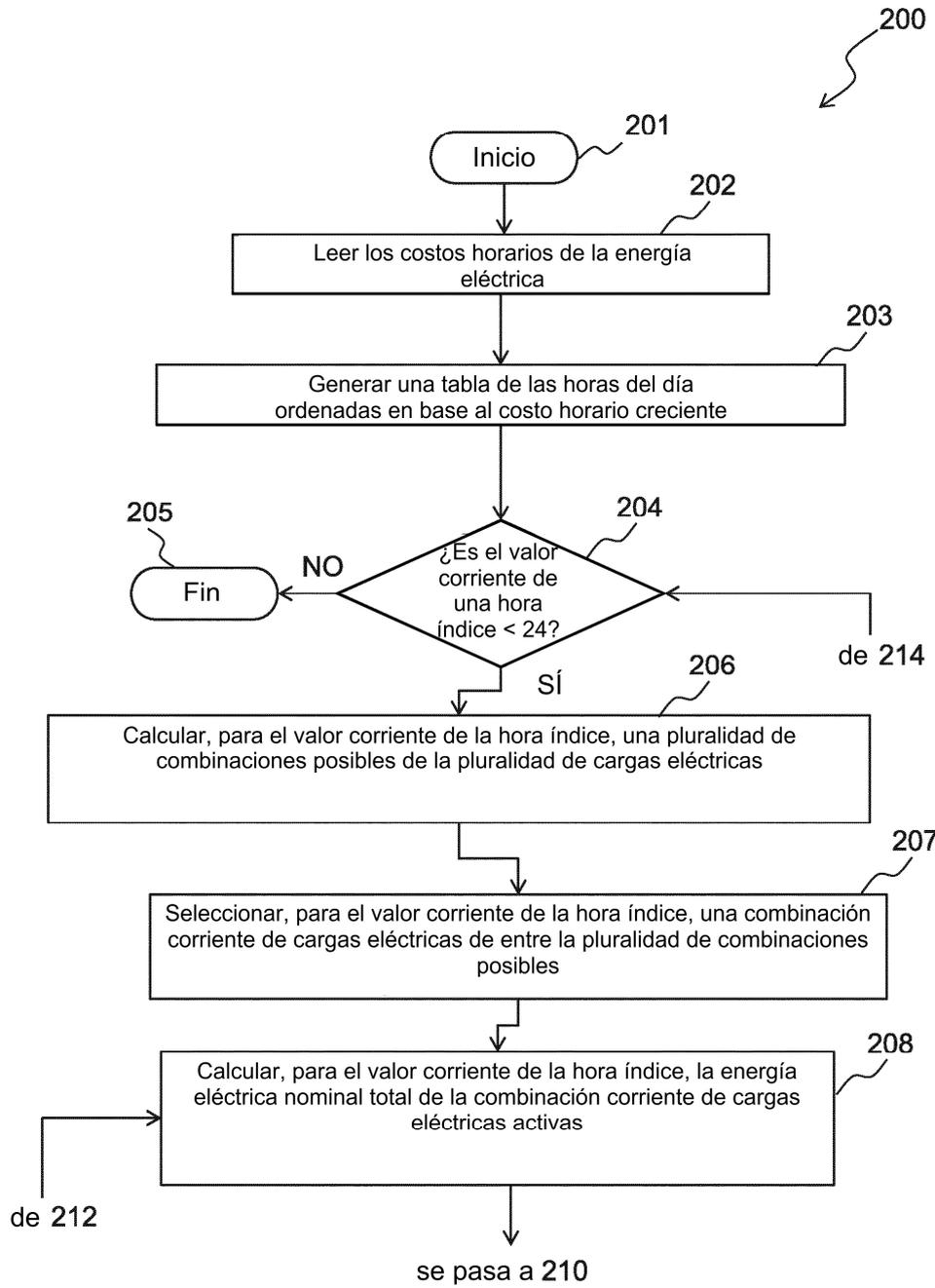


Fig. 7A

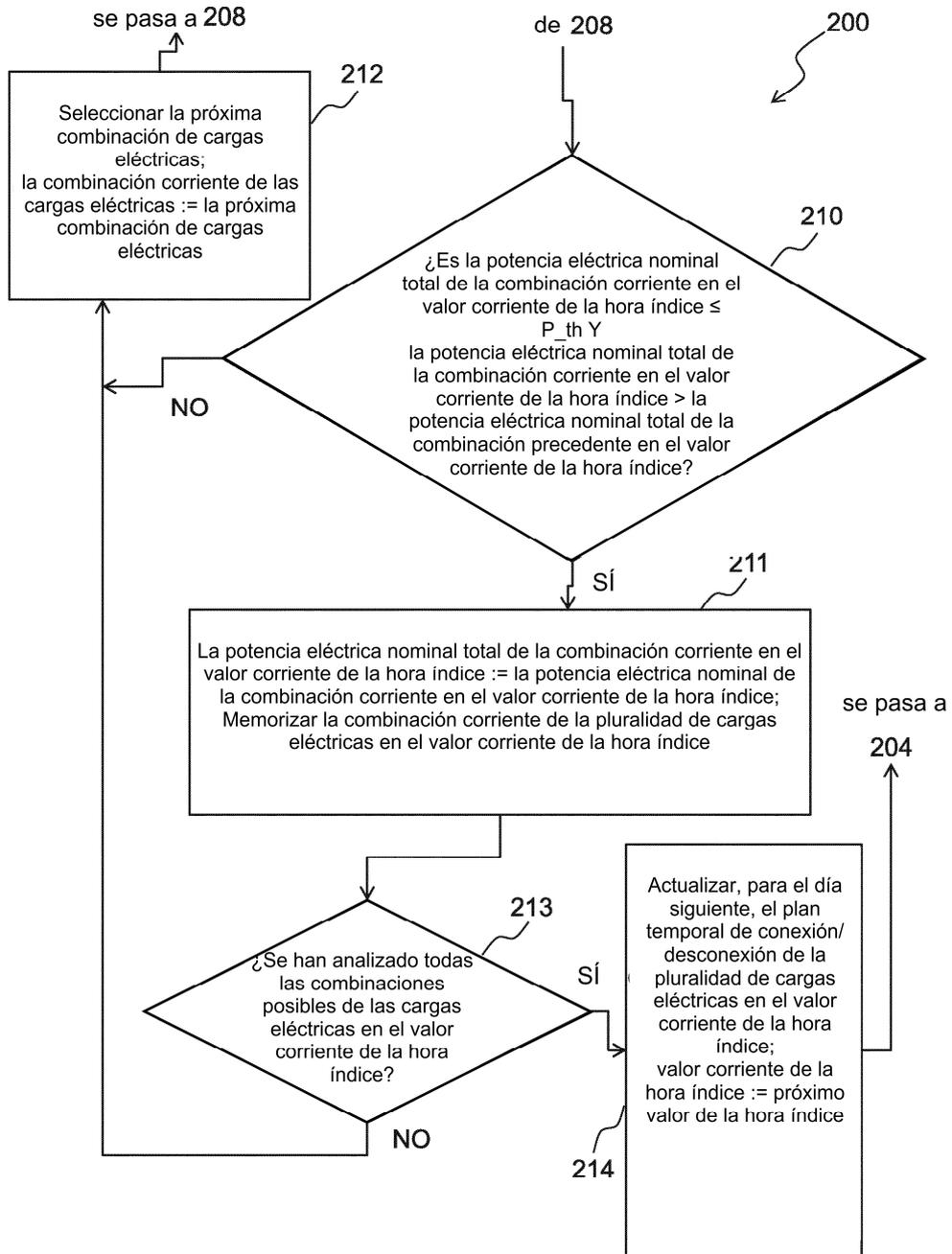


Fig. 7B