

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 247**

51 Int. Cl.:

H02J 3/14 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2012 E 12744042 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2735067**

54 Título: **Medición y modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos**

30 Prioridad:

19.07.2011 FR 1156528

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

17.12.2015

73 Titular/es:

**VOLTALIS SA (100.0%)
10 Rue Lincoln
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**HEINTZ, BRUNO;
OURY, JEAN-MARC;
LEFEBVRE DE SAINT GERMAIN, HUGUES;
BIVAS, PIERRE y
BINEAU, MATHIEU**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 554 247 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).

DESCRIPCION

Medición y modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos.

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos que tienen en cuenta las perturbaciones en frecuencia y en tensión de las líneas eléctricas de la red de distribución que suministra estos aparatos eléctricos.

Hoy en día, las diferencias entre producción y consumo eléctrico producen diferencias en la tensión o la frecuencia eléctrica de la red de distribución eléctrica. Estas diferencias pueden producir Daños en los aparatos eléctricos conectados a la red cuando son demasiado importantes (típicamente más allá de más o menos 0,5 Hz alrededor de los 50 Hz en Francia por lo que a la frecuencia se refiere, del orden del 10 al 15% por lo que a la tensión se refiere) y demasiado frecuentes.

Se conoce por el documento US 2010/0219808 un sistema de medición de la tensión y/o de la frecuencia de una línea eléctrica gracias al cual las diferencias de frecuencia y/o de tensión pueden ser compensadas localmente por el corte o la activación de aparatos eléctricos alimentados por esta línea eléctrica. Más precisamente, el sistema de medición comprende un dispositivo central de control situado en una vivienda y alimentado por una línea eléctrica, siendo este dispositivo central de control apto para comunicarse con una pluralidad de módulos de control asociados localmente con uno o varios aparatos eléctricos en una red local de comunicación, para medir las anomalías en tensión y/o frecuencia de la línea eléctrica, y para modular la potencia eléctrica actuando localmente sobre ciertos aparatos eléctricos, es decir conectando o desconectando según los casos una parte de los aparatos eléctricos.

Sin embargo, el sistema precedente permite únicamente tratar localmente las anomalías de la línea eléctrica, actuando solamente sobre las cargas eléctricas conectadas río abajo del punto de medición, en este caso, río abajo del dispositivo central de control.

Se conoce por otro lado un sistema de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos, cuyo principio se describe en el documento WO 2008/017754 a nombre de la Firma solicitante. Este sistema de medición comprende al menos una caja moduladora a la cual pueden conectarse individualmente o en serie a bucles de corriente, varios aparatos eléctricos (tales como calentadores de agua, radiadores eléctricos, acondicionadores de aire...). La caja moduladora es apta para medir en tiempo real las tensiones y las corrientes consumidas por estos aparatos eléctricos, y para enviar periódicamente, por ejemplo cada diez minutos, las mediciones a una plataforma externa accesible por un servidor de Internet. Este envío periódico de las mediciones se realiza por mediación de un modem de comunicación sin hilo integrado en una caja piloto del sistema, permitiendo el modem de comunicación inalámbrico una conexión con la plataforma Internet de tipo telefonía por paquete, tal como el GPRS, el 3G o el 4G. Alternativamente, la conexión a la red Internet puede realizarse por vía de un enlace de tipo ADSL. La caja piloto es preferentemente distinta de la caja moduladora y conectada con esta última por un enlace por cable, de preferencia por corriente portadora de línea o CPL. Para ello, cada una de las cajas moduladora y piloto está equipada con un modem CPL. La caja piloto puede así conectarse con una pluralidad de cajas moduladoras de las cuales recoge las mediciones para envío a la plataforma externa. La caja piloto comprende ventajosamente un puerto USB que permite aceptar la conexión de módulos complementarios tales como módems radio de corto alcance o captadores de temperatura. Así, se puede prever igualmente que la transmisión de las mediciones desde las cajas moduladoras se realice por esta vía de radio frecuencia. Las mediciones recibidas por la plataforma externa son almacenadas y pueden ser visualizadas en todo momento y desde cualquier lugar por el usuario que puede conectarse en su espacio usuario a Internet por cualquier medio conocido. La plataforma es además susceptible de enviar a la caja piloto, por la conexión inalámbrica de tipo telefonía por paquete, órdenes accionar la interrupción de la alimentación de la totalidad o parte de los aparatos eléctricos conectados a las diferentes cajas moduladoras durante un tiempo predeterminado. Los periodos de interrupción son generalmente inferiores a la media hora, de modo que los usuarios involucrados por los cortes de la totalidad o parte de sus aparatos eléctricos, tales como las calefacciones o acondicionadores de aire, no experimenten ninguna alteración. El control de la alimentación se realiza por mediación de las cajas moduladoras.

Gracias a este sistema, y además de la posibilidad de seguimiento de los consumos por cada usuario, se permite gestionar simultáneamente a nivel de la plataforma centralizada una gran cantidad de cajas moduladoras y cajas piloto y modular más fácilmente, a una escala de comunidad, departamental, regional o nacional, la potencia eléctrica consumida por un conjunto de usuarios, en particular en picos de consumo, sin que sea necesario para los suministradores de energía eléctrica producir más electricidad.

Sin embargo, el sistema descrito en el documento WO 2008/017754 no ofrece ninguna solución al problema anteriormente citado de las diferencias de frecuencia y/o de tensión de la red de distribución eléctrica.

El objetivo de la presente invención es proponer una arquitectura de sistema del tipo de la descrita en el documento WO 2008/017754 que permita ofrecer una respuesta adaptada a las perturbaciones de frecuencia y/o en tensión susceptibles de estar presentes en la red de distribución eléctrica. Más precisamente, la invención busca un sistema de medición y de modulación en tiempo real apto para corregir las diferencias de potencia y de frecuencia eléctricas

al final de la línea.

Así, la presente invención tiene por objeto un procedimiento de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos alimentados a partir de al menos una línea eléctrica de una red de distribución eléctrica proporcionando una señal de alimentación a una tensión nominal y a una frecuencia nominal, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:

- 5
- Medición en tiempo real de la corriente consumida por cada uno de los aparatos eléctricos en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico;
 - Extracción de la frecuencia y de la tensión de la señal eléctrica en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico;
 - 10 - Cálculo de la diferencia en frecuencia, en valor absoluto, entre la frecuencia extraída y la frecuencia nominal de la red de distribución y/o la diferencia en tensión, en valor absoluto, entre la tensión extraída y la tensión nominal de la red de distribución eléctrica para cada tramo de línea eléctrica;
 - Generación de una señal de alerta asociada con un tramo de línea eléctrica en cuanto que la diferencia en frecuencia en este tramo de línea eléctrica sea superior a un valor de umbral en frecuencia predeterminado y/o que la diferencia en tensión en este tramo de línea eléctrica sea superior a un valor de umbral en tensión predeterminado;
 - 15 - Transmisión del consumo eléctrico de cada uno de los aparatos eléctricos y de la señal de alerta a una plataforma central externa;
 - Envío por la indicada plataforma central externa de órdenes de corte selectivos de algunos aparatos eléctricos, sea cual fuere la posición de estos aparatos eléctricos con relación al tramo de línea eléctrica para la cual se ha generado la señal de alerta.
 - 20

Así, la plataforma central puede controlar mediciones correctivas teniendo en cuenta diferencias de frecuencia y/o de tensión, cuyas mediciones correctivas podrán ser realizadas indistintamente en aparatos eléctricos situados río abajo o río arriba del tramo de línea eléctrica para la cual se ha generado la señal de alerta.

- 25 La presente invención tiene igualmente por objeto un sistema de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos alimentados a partir de al menos una línea eléctrica de una red de distribución eléctrica proporcionando una señal de alimentación a una tensión nominal y a una frecuencia nominal, comprendiendo el sistema una pluralidad de cajas moduladoras que incluyen medios de medición en tiempo real de la corriente consumida por cada uno de los aparatos eléctricos en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico, una pluralidad de cajas piloto aptas para intercambiar localmente datos con una o varias de las indicadas cajas moduladoras, y una plataforma central externa accesible por un servidor de Internet, apta para intercambiar datos con las indicadas cajas piloto, estando el sistema caracterizado por que:
- 30

- las indicadas cajas moduladoras comprenden medios de extracción de la frecuencia y de la tensión de la señal eléctrica en cada tramo de línea eléctrica en el cual se sitúa cada aparato eléctrico;
- 35 - las mencionadas cajas moduladoras o las indicadas cajas piloto comprenden medios de cálculo de la diferencia en frecuencia, en valor absoluto, entre la frecuencia extraída y la frecuencia nominal de la red de distribución y/o de la diferencia en tensión, en valor absoluto, entre la tensión extraída y la tensión nominal de la red de distribución eléctrica para cada tramo de línea eléctrica y medios de generación de una señal de alerta asociada con un tramo de línea eléctrica en cuanto que la diferencia en frecuencia en este tramo de línea eléctrica es superior a un valor de umbral en frecuencia predeterminado y/o en cuanto que la diferencia en tensión en este tramo de línea eléctrica es superior a un valor de umbral en tensión predeterminado;
- 40

por que las cajas piloto son aptas para transmitir el consumo eléctrico de cada uno de los aparatos eléctricos y la señal de alerta a la plataforma central externa y por que la indicada plataforma central externa es apta para enviar órdenes de corte selectivos de ciertos aparatos eléctricos, sea cual fuere la posición de estos aparatos eléctricos con relación al tramo de línea eléctrica para el cual se ha generado la señal de alerta.

45

Según otras características preferenciales de la invención:

- la plataforma central externa es apta para intercambiar datos con las indicadas cajas piloto por mediación de un enlace de comunicación de tipo cableado, particularmente un enlace ADSL, o un enlace de comunicación inalámbrica de tipo GPRS, 3G o 4G.
- 50 - las cajas piloto son aptas para intercambiar localmente datos con uno o varias de las indicadas cajas moduladoras por medio de un enlace de comunicación cableada del tipo de corriente portadora de línea, o un enlace de comunicación por radio frecuencia de corto alcance.
- alternativamente, cada caja piloto está integrada en una caja moduladora.

- 55 Diferentes aspectos de la invención aparecerán en la descripción siguiente, realizada con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente una parte de un sistema de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos conforme a la invención;
- la figura 2 ilustra esquemáticamente una caja moduladora conforme a la invención;
- la figura 3 representa diferentes etapas utilizadas en el procedimiento según la invención.

5 En lo que sigue de la exposición, los elementos comunes a las diferentes figuras llevan las mismas referencias.

La figura 1 ilustra la arquitectura de una parte de un sistema de medición y de modulación en tiempo real de una pluralidad de aparatos eléctricos. La parte del sistema representada permite, en el ejemplo ilustrado, la gestión de una pluralidad de aparatos eléctricos que equipan n edificios 1_1 a 1_n , todos alimentados a partir de una misma línea eléctrica 2 a la salida de un transformador eléctrico 3 de la red de distribución eléctrica. En este ejemplo, el edificio 1_1 es el que está más cerca del transformador, mientras que el edificio 1_n se encuentra en el extremo de la línea. En cada edificio se han instalado al menos una caja moduladora y una caja piloto. Más precisamente, el edificio 1_1 comprende dos cajas piloto 10_1 y tres cajas moduladoras 20_1 , estando cada una conectada con un aparato eléctrico 30_1 . Una de las cajas piloto 10_1 está conectada con dos cajas moduladoras 20_1 , mientras que la otra n' está conectada con una sola caja moduladora 20_1 . Esta configuración puede por ejemplo corresponder a una instalación en dos apartamentos de un mismo inmueble, o bien a dos pisos de una casa. El edificio 1_n comprende en cuanto al mismo dos cajas piloto 10_n , cada una conectada con una caja moduladora 20_n así mismo conectada con un aparato eléctrico 30_n . Otras configuraciones en cada edificio pueden ser consideradas, sin salirse del marco de la invención. Las referencias 2a y 2b representan los tramos de líneas eléctricas derivadas de la línea eléctrica 2, y que alimentan respectivamente los edificios 1_1 y 1_n . En la configuración ilustrada, la porción de línea 2a se separa en dos tramos 2c y 2d para la conexión respectiva con cada una de las dos cajas piloto 10_1 del edificio 1_1 . La parte de línea correspondiente al tramo 2c se separa igualmente en dos tramos 2e y 2f. Por último, la parte de línea 2b relacionada con el edificio 1_n se separa en dos tramos 2g y 2h para la conexión respectiva con cada una de las dos cajas piloto 10_n del edificio 1_n .

Cada caja moduladora 20_1 y 20_n puede intercambiar datos con una plataforma central externa 5 accesible por un servidor de Internet por mediación de las cajas piloto 10_1 y 10_n por un enlace de Internet cableado, particularmente un enlace ADSL, o por un enlace de comunicación inalámbrica de tipo GPRS, 3G o 4G.

Por otro lado las cajas piloto 10_1 , 10_n son aptas para intercambiar localmente datos con las indicadas cajas moduladoras 20_1 , 20_n a las cuales se conectan por un enlace de comunicación cableado del tipo de corriente portadora de línea, o un enlace de comunicación por radiofrecuencia de corto alcance.

La figura 2 ilustra esquemáticamente los componentes de una caja moduladora 20 según un modo preferido de la invención. Se recuerda que una caja moduladora 20 es apta para ser conectada con una única caja piloto 10, pero puede conectarse con una pluralidad de aparatos eléctricos, típicamente hasta cuatro. En el ejemplo representado en la figura 2, se ha supuesto no obstante, para no sobrecargar la figura, que la caja moduladora 20 solo estaba conectada a un único aparato eléctrico 30. La caja moduladora 20 comprende típicamente:

- un módulo 21 de comunicación para la gestión de las comunicaciones bidireccionales con la caja piloto 10 a la cual se conecta, típicamente un modem de corriente portadora de línea;
- un módulo 22 de control eléctrico que comprende un dispositivo de medición 23 de corriente, por ejemplo un bucle de inducción, y un relé eléctrico 24 por mediación del cual se repercuten eventuales órdenes de corte de alimentación al aparato eléctrico 30;
- un módulo 25 de tratamiento de datos, en particular de recogida de las mediciones a la salida del dispositivo de medición 23, de extracción de los parámetros de medición, particularmente la tensión y la frecuencia de la parte de línea en la cual se sitúa la caja moduladora, y conservación de los datos de medición y de interrupciones eléctricas. Este módulo 25 es igualmente apto para recibir, por medio de la caja piloto 10 a la cual está conectado y su módulo 21 de comunicación, instrucciones de la plataforma central 5 que le conducen a transmitir los datos, actualizar los parámetros de adquisición y de tratamiento de datos sobre la base de los cuales opera, y disparar el relé eléctrico 24.
- un enlace eléctrico cableado 26 para conectar la caja moduladora 20 al cuadro de distribución eléctrica 4.

La estructura representada esquemáticamente en la figura 2 se aplica a todas las cajas moduladoras 20_1 y 20_n comprendidas en el sistema representado a título de ejemplo en la figura 1.

El funcionamiento de la parte de sistema ilustrado en las figuras 1 y 2 se describirá ahora con referencia a la figura 3. Cada caja moduladora 20_1 y 20_n mide en tiempo real las corrientes consumidas por los aparatos eléctricos 30_1 y 30_n (etapa 100) gracias a su dispositivo de medición 23.

El módulo 25 de tratamiento de datos extrae entonces la tensión y la frecuencia de la señal en el tramo de línea eléctrica donde se sitúa la caja de medición (etapa 110). A partir de la tensión y de la corriente, cada caja moduladora puede calcular en tiempo real la potencia consumida por cada aparato eléctrico con la cual está conectado.

La extracción de la frecuencia puede ser realizada según diferentes métodos. En particular, la señal eléctrica extraída por el dispositivo de medición 23 es clásicamente ampliada si es necesario, y luego transformada en señal cuadrada por medio de un disparador de Schmitt (no representado). La frecuencia de la señal se estima contando el número de transiciones de la señal cuadrada de 0 a 1 en un tiempo dependiente de la precisión buscada, por ejemplo en 10 segundos.

El módulo 25 de tratamiento de los datos procede entonces, en una etapa 120, al cálculo de la diferencia en valor absoluto entre la frecuencia extraída y la frecuencia nominal de la red de distribución (a continuación diferencia en frecuencia Δf), y/o al cálculo de la diferencia, en valor absoluto, entre la tensión extraída y la tensión nominal de la red de distribución eléctrica (a continuación diferencia en tensión ΔV).

La diferencia en frecuencia y/o la diferencia en tensión se comparan seguidamente con valores de umbral V_{umbral} y f_{umbral} predeterminados y almacenados en el módulo 25 de tratamiento de datos (etapa 130). A título de ejemplo, para la red de distribución eléctrica francesa (tensión nominal de 220 Voltios a la frecuencia nominal de 50 Hertz), el valor de umbral V_{umbral} es del orden del 10 a 15% de 220 Voltios, y el valor de umbral f_{umbral} es de 0,5 Hertz. El módulo 25 de tratamiento de datos genera una señal de alerta en cuanto que una de las diferencias sea superior al valor de umbral de referencia V_{umbral} o f_{umbral} (etapa 140). Las diferentes mediciones de potencias consumidas, así como las señales de alerta llegado el caso, se transmiten a la plataforma central 5 (etapa 150).

La plataforma central 5 puede seguidamente actuar a nivel local, en algunos aparatos, para modular la potencia eléctrica consumida en un conjunto de usuarios, y ajustar así localmente en tiempo real el consumo eléctrico con relación a la producción, teniendo en cuenta diferencias de frecuencia y/o de tensión. Más precisamente, la plataforma central externa 5 podrá transmitir, en una etapa 160, órdenes de corte selectivas de algunos aparatos eléctricos, y esto, sea cual fuere la posición de estos aparatos eléctricos con relación a la parte de línea eléctrica para la cual la señal de alerta ha sido generada. En otras palabras, las mediciones correctivas podrán ser realizadas indistintamente en aparatos eléctricos situados río abajo o río arriba de la parte de línea eléctrica para la cual se ha generado la señal de alerta.

Gracias al sistema según la invención, la medición y la modulación son realizadas a nivel de cada aparato o grupo de aparatos eléctricos, contrariamente a la solución propuesta en el documento US 2010/0219808 en la cual la medición se realiza a nivel de un edificio. Un primer interés de la invención es por consiguiente permitir un diagnóstico local de un problema que puede ser local, por ejemplo si la medición realizada en la caja moduladora 20_n situada en la parte de línea 2g del edificio 1_n es anormal mientras que la misma es normal para la caja moduladora 20_n situada en la parte de línea 2h del mismo edificio, y proporcionar al operador una cartografía muy precisa del lugar donde aparecen los problemas.

La solución propuesta por la invención está además particularmente adaptada a las problemáticas de extremos de líneas eléctricas, que ven la señal eléctrica degradarse progresivamente cuando se aleja del transformador 3. Supongamos en efecto que una diferencia de frecuencia importante aparece en el tramo de línea eléctrica 2g del edificio 1_n . En la solución propuesta por el documento US 2010/0219808, la detección de esta diferencia se realizará a nivel de la parte de línea 2b del edificio 1_n y las acciones correctivas no podrán ser tomadas más que localmente en los aparatos eléctricos 30_n instalados en el edificio 1_n río abajo de esta parte de línea 2b. Ahora bien, estas acciones correctivas pueden mostrarse insuficientes o inapropiadas. En particular, la calidad de la señal eléctrica al degradarse a medida que va transcurriendo por la línea de alimentación, es posible que la señal se encuentre perfectamente dentro de los límites a nivel de la alimentación 2a del edificio 1_1 , pero no lo sea ya a nivel de la alimentación 2b, entre otros a causa de la utilización de los aparatos 30_1 en el edificio 1_1 . Gracias a la invención, es posible corregir una degradación de la señal actuando igualmente río arriba del punto de medición donde se ha detectado la anomalía, en un lugar donde la calidad de la señal es correcta, típicamente, en nuestro ejemplo, a nivel de los aparatos eléctricos 30_1 del edificio 1_1 .

En la realización de la invención tal como se ha descrito anteriormente, las mediciones de diferencias y la generación de alerta se realizan a nivel de cada caja moduladora 20_1 , 20_n . En variante sin embargo, en el caso en que las cajas piloto sean distintas de las cajas moduladoras, se puede igualmente considerar que la medición de las diferencias sea transmitida por las cajas moduladoras 20_1 , 20_n a las cajas piloto 10_1 , 10_n con las cuales están conectadas, y que la generación de las señales de alerta como consecuencia de las comparaciones con los valores de umbral sea realizada por las cajas piloto 10_1 , 10_n .

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos (30₁, 30_n) alimentados a partir de al menos una línea eléctrica (2) de una red de distribución eléctrica que proporciona una señal de alimentación a una tensión nominal y a una frecuencia nominal, **caracterizado por que** comprende las etapas siguientes:

- 5 - medición (100) en tiempo real de la corriente consumida por cada uno de los aparatos eléctricos (30₁, 30_n) en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico (30₁, 30_n);
- extracción (110) de la frecuencia y de la tensión de la señal eléctrica en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico (30₁, 30_n);
- 10 - cálculo (120) de la diferencia en frecuencia, en valor absoluto, entre la frecuencia extraída y la frecuencia nominal de la red de distribución y/o de la diferencia en tensión, en valor absoluto, entre la tensión extraída y la tensión nominal de la red de distribución eléctrica para cada tramo de línea eléctrica;
- generación (130, 140) de una señal de alerta asociada con una porción de línea eléctrica en cuanto que la diferencia en frecuencia en este tramo de línea eléctrica sea superior a un valor umbral en frecuencia predeterminado (f_{umbral}) y/o que la diferencia en tensión en este tramo de línea eléctrica sea superior a un valor umbral en tensión predeterminado (V_{umbral});
- 15 - transmisión (150) de la potencia eléctrica consumida por cada uno de los aparatos eléctricos y de la señal de alerta a una plataforma central externa (5);
- envío (160) por la mencionada plataforma central externa (5) de órdenes de corte selectivas de algunos aparatos eléctricos, sea cual fuere la posición de estos aparatos eléctricos con relación a la parte de línea eléctrica para la cual se ha generado la señal de alerta, con el fin de ajustar localmente en tiempo real el consumo eléctrico con relación a la producción.

2. Sistema de medición y de modulación en tiempo real del consumo eléctrico de una pluralidad de aparatos eléctricos (30₁, 30_n; 30) alimentados a partir de al menos una línea eléctrica (2) de una red de distribución eléctrica que proporciona una señal de alimentación a una tensión nominal y a una frecuencia nominal, comprendiendo el sistema una pluralidad de cajas moduladoras (20₁, 20_n; 20) que comprenden medios (23) de medición en tiempo real de la corriente consumida por cada uno de los aparatos eléctricos (30₁, 30_n; 30) en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico (30₁, 30_n; 30), una pluralidad de cajas piloto (10₁, 10_n; 10) aptas para intercambiar localmente datos con uno o varias de las mencionadas cajas moduladoras (20₁, 20_n; 20), y una plataforma central externa (5) accesible por un servidor de Internet, apta para intercambiar datos con las mencionadas cajas piloto (10₁, 10_n; 10), **caracterizándose el sistema por que:**

- 25 - las mencionadas cajas moduladoras (20₁, 20_n; 20) comprenden medios (25) de extracción de la frecuencia y de la tensión de la señal eléctrica en cada tramo de línea eléctrica en la cual se sitúa cada aparato eléctrico (30₁, 30_n; 30);
- 35 - las indicadas cajas moduladoras (20₁, 20_n; 20) o las indicadas cajas piloto (10₁, 10_n; 10) comprenden medios (25) de cálculo de la diferencia en frecuencia, en valor absoluto, entre la frecuencia extraída y la frecuencia nominal de la red de distribución y/o la diferencia de tensión, en valor absoluto, entre la tensión extraída y la tensión nominal de la red de distribución eléctrica para cada porción de línea eléctrica y de los medios (25) de generación de una señal de alerta asociada con un tramo de línea eléctrica en cuanto que la diferencia en frecuencia en este tramo de línea eléctrica es superior a un valor umbral en frecuencia predeterminado (f_{umbral}) y/o en cuanto la diferencia en tensión en este tramo de línea eléctrica sea superior a un valor umbral en tensión predeterminado (V_{umbral});

por que las cajas piloto (10₁, 10_n; 10) son aptas para transmitir la potencia eléctrica consumida por cada uno de los aparatos eléctricos (30₁, 30_n; 30) y la señal de alerta a la plataforma central externa (5) y **por que** la indicada plataforma central externa (5) es apta para enviar órdenes de corte selectivas de algunos aparatos eléctricos, sea cual fuere la posición de estos aparatos eléctricos con relación a la porción de línea eléctrica para la cual la señal de alerta ha sido generada, con el fin de ajustar localmente en tiempo real el consumo eléctrico con relación a la producción.

3. Sistema según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la plataforma central externa (5) es apta para intercambiar datos con las indicadas cajas piloto (10₁, 10_n) por mediación de un enlace de comunicación de tipo cableado, particularmente un enlace ADSL, o un enlace de comunicación inalámbrico de tipo GPRS, 3G o 4G.

4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** las indicadas cajas piloto (10₁, 10_n) son aptas para intercambiar localmente datos con una o varias de las indicadas cajas moduladoras (20₁,

20_n) por medio de un enlace de comunicación cableado del tipo de corriente portadora de línea, o un enlace de comunicación por radiofrecuencia de corto alcance.

5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** cada caja piloto (10₁, 10_n) está integrada en una caja moduladora (20₁, 20_n).

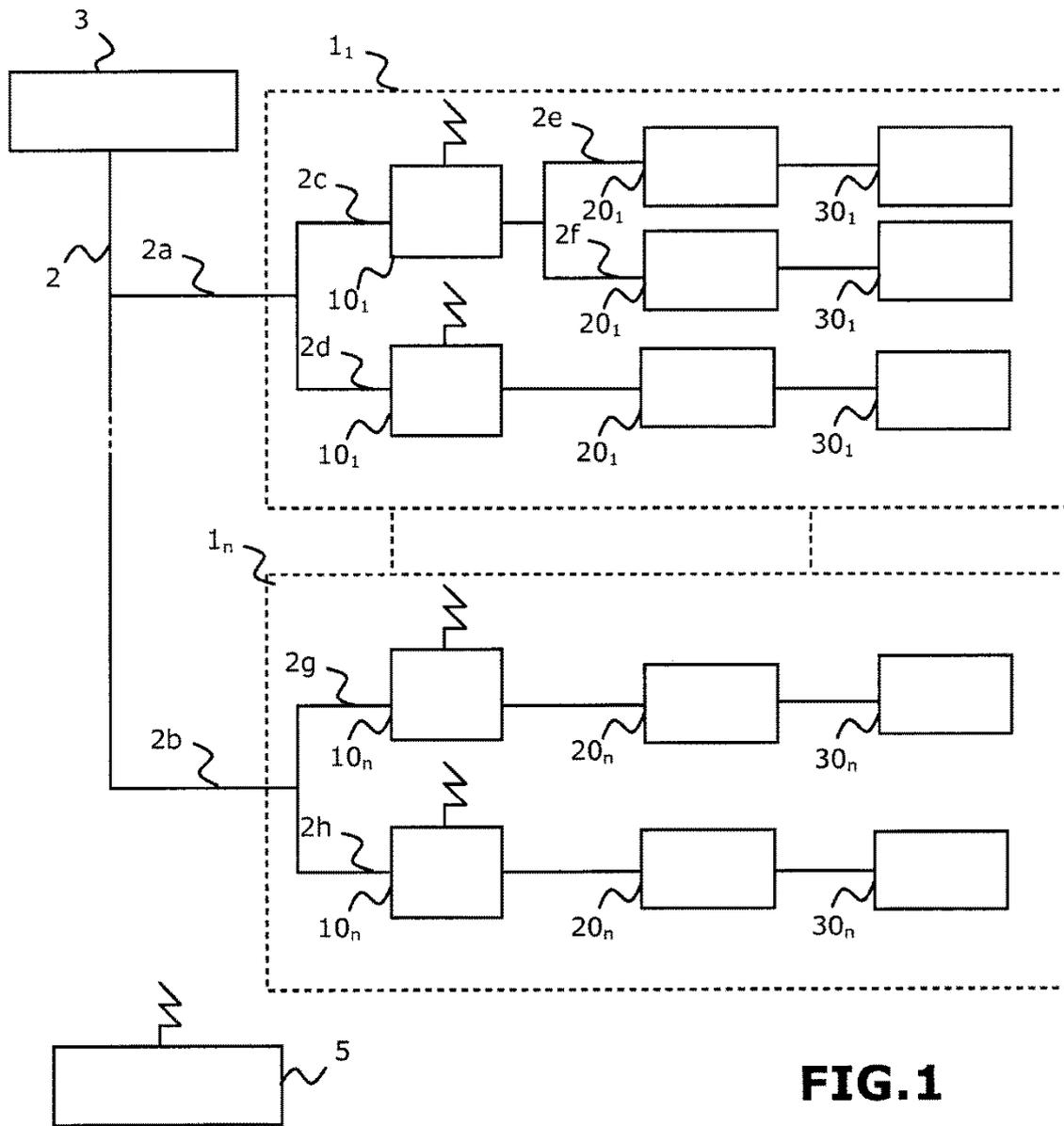


FIG. 1

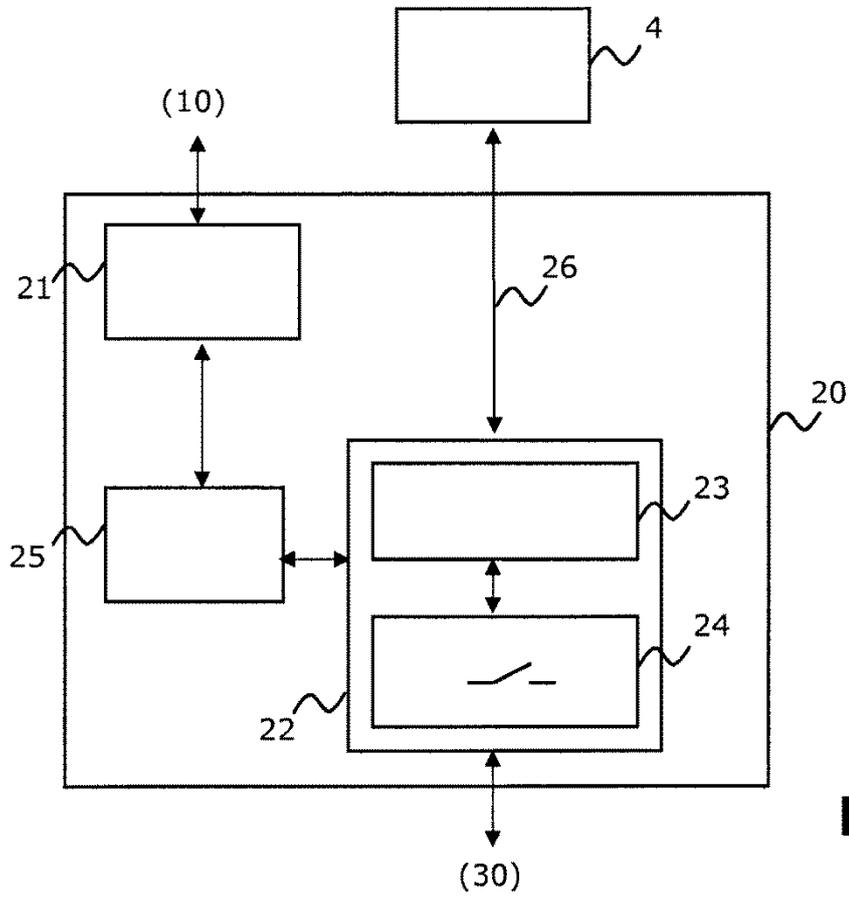


FIG.2

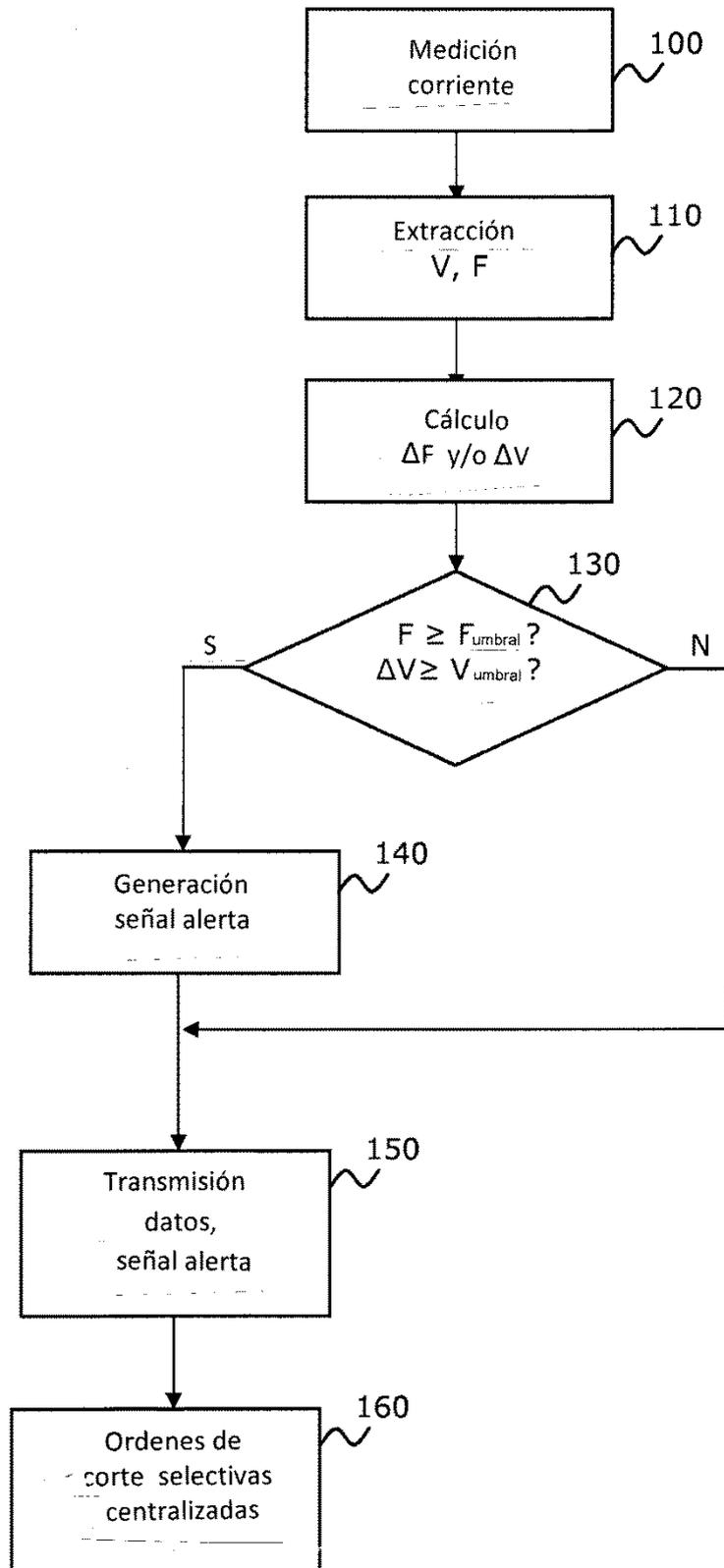


FIG.3