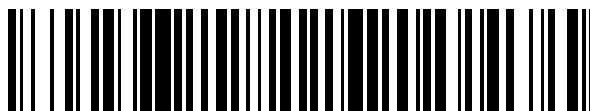


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 002**

51 Int. Cl.:

G01R 31/08 (2006.01)

H04B 3/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2016** E 16382206 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018** EP 3244222

54 Título: **Método y sistema para detectar ruido en una red eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.05.2019

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH &
INNOVATION (100.0%)
Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia,
C/Geldo. Edificio 700
48160 Derio (Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA-BORREGUERO MELERO, IBONE;
LÓPEZ ARANTZAMENDI, BEÑAT;
CASTRO RENTERÍA, MARTA y
ARECHALDE UGARTECHE, IBON**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 713 002 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

Método y sistema para detectar ruido en una red eléctrica

5 **Campo tecnico**

La presente invención se refiere al campo de suministro de energía. Más precisamente, se refiere a métodos y sistemas para detectar y monitorizar los fallos de comunicación usando las comunicaciones PLC.

10 **Estado de la técnica**

La figura 1 ilustra una arquitectura de la red eléctrica. La electricidad se genera en las estaciones centrales 11 y en los recursos energéticos distribuidos que producen energía eléctrica. La energía eléctrica de las estaciones centrales se transporta a través de estaciones de transformación 12, las líneas de transmisión 13 y las subestaciones 15. A continuación, la energía eléctrica se distribuye a través de subestaciones secundarias 16 para llegar a los consumidores finales 17. La energía eléctrica de los recursos energéticos distribuidos puede entregarse a la red eléctrica o puede gastarse por el propio consumidor.

La red eléctrica está sufriendo un proceso de modernización con el fin de implementar la denominada infraestructura de medición avanzada (AMI) que, a diferencia de la lectura automática de contadores tradicional (AMR), permite la comunicación bidireccional entre el centro de control y un aparato de medición inteligente (también llamado medidor inteligente) asignado a cada punto de suministro eléctrico. Un medidor inteligente suele ser un dispositivo electrónico que registra el consumo o la generación de energía eléctrica a pequeños intervalos (por ejemplo, cada hora o incluso con mayor frecuencia) y comunica esa información al centro de control para su monitorización y facturación. Cada usuario de punto final (abonado de punto final) tiene su propio medidor inteligente.

En otras palabras, el sistema AMI está orientado principalmente a la facturación y el control del consumo o la generación de los usuarios finales. Como una cuestión de ejemplo, la solicitud de patente de Estados Unidos US2012/0166004A1 desvela un sistema de gestión de energía que comprende un aparato de gestión de energía para gestionar el consumo de energía. Sin embargo, puede usarse para múltiples aplicaciones de alto valor para las empresas de distribución (empresas de servicios públicos) y minoristas, que pueden ofrecer nuevos servicios gracias a las potentes especificaciones de los medidores inteligentes y gracias a la comunicación bidireccional entre cada medidor inteligente y el centro de control. Por ejemplo, la solicitud de patente de Estados Unidos US2014/0278162A1 se refiere a un método para detectar y localizar cortes de energía a través del mapeo de la red de baja tensión.

Las comunicaciones mediante línea de potencia (PLC) se usan en varios países para la comunicación entre el medidor inteligente y el centro de control. Por lo general, se usa una unidad de concentrador de datos (CCU) en una subestación secundaria para recopilar los datos relacionados con docenas o cientos de medidores eléctricos inteligentes. PLC usa el sistema de suministro de energía, ya instalado, sin tener que desplegar cables dedicados o utilizar el espectro de radio. A medida que las líneas eléctricas atraviesan pisos y paredes en edificios, es posible en principio lograr comunicaciones a lo largo de las mismas. Se han desarrollado varias tecnologías en este sentido durante los últimos años para usarse con el sistema AMI.

Sin embargo, la red de distribución de electricidad es compleja y los entornos de ruidos eléctricos pueden provocar diversas formas de interferencia en la tecnología PLC, resultando en comunicaciones inestables. Los factores que inducen interferencias incluyen, entre otros: a) grandes variaciones de impedancia de carga: los cambios de impedancia de carga afectan a las tensiones de señal de PLC acopladas a las líneas de alimentación, que afectan directamente en la distancia de transmisión. Los cambios en el factor de potencia y la localización de las cargas de potencia cambian dinámicamente las impedancias de carga a lo largo del tiempo; b) atenuación en las frecuencias de portadora de PLC selectivas: la conmutación aleatoria de dispositivos eléctricos en una red de distribución de potencia puede provocar cambios en los parámetros de potencia, lo que resulta en una atenuación de las señales de PLC en las frecuencias selectivas. En el mismo lugar e instantáneo, este impacto puede variar a través de diferentes frecuencias de portadora de PLC. Cuando ciertas frecuencias no son adecuadas para el PLC, el cambio a diferentes frecuencias para la comunicación podría producir mejores resultados; c) fuerte interferencia de ruido: los equipos eléctricos en la red eléctrica, tales como las fuentes de alimentación de modo conmutado y los inversores, pueden producir cantidades significativas de interferencia en múltiples frecuencias que varían aleatoriamente. En la red eléctrica, estos factores se combinan y cambian continuamente.

Debido a la interferencia producida por estos factores, los medidores inteligentes pueden comunicarse como es deseable, es decir, de una manera continua en el tiempo. Cuando falla la comunicación, los servicios asociados no pueden proporcionarse. Además, la detección de la fuente del ruido que provoca el fallo es extremadamente complicada, debido a que, como cientos de medidores están interconectados, el ruido se acopla a todos los medidores dentro de una cierta distancia del medidor que origina el fallo.

La figura 2 muestra un medidor inteligente convencional 1. Como los medidores tradicionales, un medidor inteligente está conectado a 4 pares de cables o alambres, identificándose cada par en la figura con una letra: las letras R, S y T se refieren cada una al par de cables o alambres para cada una de las tres fases de un sistema de potencia

eléctrica trifásico, mientras que la letra N se refiere al par de cables neutros (generalmente conectados a tierra). En cada par de cables R, S, T, N, el cable de la izquierda representa la conexión a la red de distribución (denominada como R_A, S_A, T_A, N_A) y el cable de la derecha representa la conexión doméstica (red de usuario final) (denominada como R_B, S_B, T_B, N_B). Los medidores inteligentes, en general, se instalan en la entrada de una casa.

5 El ruido en la red eléctrica es cualquier señal que no es la señal de potencia adecuada (generalmente CC o 50 o 60 Hz, aunque otras frecuencias pueden usarse en su lugar) o la señal de comunicaciones (portador de comunicaciones PLC). El ruido puede iniciarse en cualquier instalación, ya sea una carga (dispositivo de consumo) o un generador. Cuando se genera ruido en una instalación de una red de usuario final (en una carga o en un generador de una red de usuario final), se transmite instantáneamente a través de los medidores inteligentes más cercanos a lo largo de la red eléctrica. Como el medidor está conectado a una barra de bus común, se transmite instantáneamente al resto de los medidores conectados a la misma barra de bus. Cuando el ruido está fuera de las bandas de frecuencia de PLC, la comunicación no se ve afectada. Sin embargo, cuando el ruido está en las bandas de frecuencia de PLC típicas pueden variar de un país a otro. Por ejemplo, en Europa, las portadoras de PLC varían desde 30 kHz hasta 500 kHz, en función del país. Además, pueden asignarse nuevas bandas de frecuencia en el futuro y/o las actuales pueden no usarse nunca más. El ruido afecta principalmente a la fase a la que está conectado el dispositivo (carga o generador) que provoca el ruido "generador de ruido" (R, S o T). Se observa que la mayoría de las cargas (dispositivos de consumo) están conectadas a una de las tres fases de la señal de potencia). Los dispositivos y métodos de medición convencionales son capaces de medir el ruido entre el alambre de fase afectado (R, S o T en la figura 2) y el alambre neutro (N en la figura 2). Las mediciones convencionales se realizan en general en un medidor inteligente entre un cable o alambre de fase (R, S, T) y el cable o alambre neutro (N), midiendo de este modo una tensión instantánea. Entre esos puntos (un cable de fase y un cable neutro) puede verse la señal medida con un nivel de tensión en el mismo orden de magnitud que el nivel de señal de comunicación.

25 Además, cuando el ruido se inicia en una determinada red de usuario final, no solo afecta a su medidor (el medidor del usuario final en el que se ha iniciado el ruido de red), sino que también se transmite a otros medidores. El ruido puede transmitirse a otros medidores por muchas razones diferentes. En general, se puede afirmar que el ruido se transmite a un segundo medidor si la atenuación de señal entre el medidor del usuario final en el que se inició el ruido de la red y el segundo medidor es lo suficientemente baja. Por lo tanto, el ruido puede medirse en muchos medidores dentro de un área determinada. Debido a que el ruido se mide con niveles similares en esta área, es muy difícil detectar la fuente del ruido. Este es un gran problema para los proveedores de energía eléctrica porque no pueden detectar el origen del ruido simplemente midiendo; por el contrario, deben apagar los medidores para detectar el problema: cuando se apaga un medidor, se interrumpe el servicio de energía eléctrica a la red de usuario final asociado. Por lo tanto, si una red de usuario final tiene un dispositivo (carga o generador) que provoca ruido, apagar su medidor implica que el dispositivo ya no provoca más ruido. Por lo tanto, otros medidores dentro de la red de distribución pueden funcionar correctamente, sin verse afectados por el dispositivo que provoca las perturbaciones. Sin embargo, esto requiere apagar, uno por uno, todos los medidores dentro de un área determinada, hasta que se aisle la problemática (el ruido). Esto provoca molestia a los usuarios y una pérdida de tiempo y dinero para los proveedores de energía eléctrica.

Por lo tanto, existe una necesidad de desarrollar un nuevo método y sistema para detectar y medir las fuentes de ruido en el lado del usuario final de la red de energía eléctrica.

45 Descripción de la invención

Es un objetivo de la invención proporcionar un nuevo método para detectar una fuente del ruido en el lado del usuario final de la red de energía eléctrica. En particular, el método permite identificar la fuente exacta del ruido (el usuario doméstico o final en el que se originó el ruido).

50 Aunque en cada uno de los cuatro pares de cables o alambres R, S, T, N en la figura 2, se considera que el cable de la izquierda o conexión a la red de distribución (por ejemplo, R_A), desde el punto eléctrico, es el mismo punto eléctrico que el cable a la derecha o conexión a la red de usuario final (por ejemplo, R_B), los medidores inteligentes están diseñados en general para tener un elemento entre estos dos puntos A-B (en cada fase) que crea una pequeña impedancia. Ejemplos de un elemento de este tipo son un interruptor interior en cada fase (R, S, T) para desconectar la fuente de alimentación si es necesario, u otros elementos. En general, el elemento puede ser cualquier elemento que se comporte como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de las comunicaciones de PLC (por ejemplo, actualmente en Europa entre 30 kHz y 500 kHz), y que se comporte como un elemento no resistivo en la frecuencia de fuente de alimentación (generalmente CC o 50Hz o 60Hz, aunque pueden usarse otras frecuencias en su lugar). El elemento está dispuesto en cada fase (R, S, T), entre el cable que pertenece a la red de distribución y el cable que pertenece a la red de usuario final. Opcionalmente, además de un elemento en cada fase (R, S, T), puede haber un elemento similar en el cable neutro. Aunque la diferencia de la tensión en los extremos de este elemento es nula en la frecuencia de fuente de alimentación (CC o 50 Hz o 60 Hz u otras frecuencias, en función del país), en las frecuencias de las comunicaciones de PLC hay una diferencia eléctrica que representa el ruido que provoca las perturbaciones.

En un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para detectar una fuente del ruido en una red de distribución de red eléctrica que implementa comunicaciones mediante línea de potencia (PLC), comprendiendo dicha red de distribución de red eléctrica una pluralidad de medidores, conectados respectivamente a una pluralidad de redes de usuario final, en el que dicha fuente del ruido a detectar se origina en un dispositivo que pertenece a una de dichas redes de usuario final, en el que cada uno de dichos medidores está conectado a al menos un par de cables correspondientes a al menos una fase de las 3 fases de la red eléctrica (R, S, T), comprendiendo dicho al menos un par de cables un primer cable que pertenece a dicha red de distribución y un segundo cable que pertenece a una red de usuario final correspondiente. El método comprende: en cada uno de dichos medidores, disponer un elemento que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final; medir la diferencia en el potencial eléctrico entre los dos extremos de cada elemento dispuesto entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final; a partir de dicha al menos una medición, determinar si un dispositivo que pertenece a la red de usuario final y está conectado a dicho medidor está provocando o no una perturbación de ruido.

En una realización específica, el método comprende además: en cada uno de dichos medidores, disponer otro elemento que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, entre el cable neutro que pertenece a la red de distribución y el cable neutro que pertenece a la red de usuario final; medir la diferencia de potencial eléctrico entre los dos extremos de dicho elemento; a partir de dicha medición, determinar si un dispositivo que pertenece a la red de usuario final y está conectado a dicho medidor está provocando o no una perturbación de ruido.

En una realización preferida, el elemento es un interruptor configurado para desconectar, si es necesario, la fuente de alimentación. Como alternativa, el elemento puede ser un cable, un empalme, una resistencia y un fusible, o cualquier elemento que se comporte como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y se comporte como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica.

En una realización específica, la al menos una medición en la diferencia de potencial eléctrico entre los dos extremos de dicho elemento se realiza dentro de dicho medidor. En este caso, la medición se realiza dentro de dicho medidor por medio de un analizador de espectro dispuesto dentro del medidor y configurado para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los dos extremos de dicho elemento.

En una realización alternativa, la medición en la diferencia en el potencial eléctrico entre los dos extremos de dicho elemento se realiza en un dispositivo de medición fuera de dicho medidor. En este caso, la medición se realiza por medio de un dispositivo de medición externo a dicho medidor. El dispositivo de medición puede comprender un analizador de espectro configurado para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los dos extremos de dicho elemento, los cables blindados y una sonda de aislamiento. En una implementación específica, el dispositivo de medición está comprendido dentro de una cubierta de terminal configurada para cubrir dicho medidor.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema para detectar una fuente del ruido en una red de distribución de red eléctrica que implementa comunicaciones mediante línea de potencia, PLC, comprendiendo dicha red eléctrica una pluralidad de medidores conectados respectivamente a una pluralidad de redes de usuario final, en el que dicha fuente del ruido a detectar se origina en un dispositivo que pertenece a una de dichas redes de usuario final, en el que cada uno de dichos medidores está conectado a al menos un par de cables correspondientes a al menos una fase de las 3 fases de la red eléctrica (R, S, T), comprendiendo dichos al menos un par de cables un primer cable que pertenece a dicha red de distribución y un segundo cable que pertenece a una red de usuario final correspondiente. Cada uno de dichos medidores comprende un elemento que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, estando dicho elemento dispuesto entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final. El sistema comprende unos medios para medir, en cada medidor, la diferencia en el potencial eléctrico entre los dos extremos de cada elemento dispuesto entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final y para determinar, a partir de dicha al menos una medición, si un dispositivo que pertenece a la red de usuario final y está conectado a dicho medidor está provocando o no una perturbación de ruido.

En una realización específica, dichos medios para medir comprenden un analizador de espectro configurado para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los dos extremos de dicho elemento. En una implementación específica, los medios para medir están comprendidos dentro de dicho medidor. Como alternativa, dichos medios de medición son externos a dicho medidor. En este caso, los medios para medir comprenden además cables blindados y una sonda de aislamiento. Más específicamente, los medios para medir están comprendidos dentro de una cubierta de terminal configurada para cubrir dicho medidor.

Ventajas y características adicionales de la invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente y se señalarán específicamente en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, que no debería interpretarse como que restringe el alcance de la invención, sino solo como un ejemplo de cómo puede realizarse la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

La figura 1 ilustra una arquitectura convencional de la red eléctrica.

La figura 2 muestra un esquema de un medidor inteligente convencional para monitorizar la red eléctrica.

La figura 3 muestra un esquema de una parte interior de un medidor inteligente, de acuerdo con una realización de la invención. La parte ilustrada incluye un elemento que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de las comunicaciones de PLC y se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de fuente de alimentación. El elemento está dispuesto en cada fase (R, S, T), entre el cable que pertenece a la red de distribución y el cable que pertenece a la red de usuario final.

La figura 4 muestra un ejemplo específico del elemento ilustrado en la figura 3.

La figura 5 muestra un esquema para detectar la fuente del ruido en un medidor inteligente, de acuerdo con una posible realización de la invención.

La figura 6 muestra un esquema para detectar la fuente del ruido con un elemento de detección de ruido, externamente al medidor, de acuerdo con una realización alternativa de la invención.

La figura 7 muestra un esquema para detectar la fuente del ruido en un medidor inteligente, usando la cubierta de los cables para integrar el elemento de detección de ruido, de acuerdo con una realización alternativa de la invención.

La figura 8 muestra un ejemplo del espectro de frecuencia medido entre los puntos A y B del elemento que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de las comunicaciones de PLC. Este espectro se mide en un medidor afectado por el ruido (ruido alto).

La figura 9 muestra un ejemplo del espectro de frecuencia medido entre los puntos A y B del elemento que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de las comunicaciones de PLC. Este espectro se mide en un medidor que no se ve afectado por el ruido (ruido bajo).

Descripción de una forma de realizar la invención

En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (tales como "comprendiendo", etc.) no debería entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deberían interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se ha descrito y definido puede incluir otros elementos, etapas, etc.

En el contexto de la presente invención, el término "aproximadamente" y términos de su familia (como "aproximado", etc.) deberían entenderse como que indican valores muy cerca de aquellos que acompañan el término mencionado anteriormente. Es decir, debería aceptarse una desviación dentro de límites razonables de un valor exacto, debido a que un experto en la materia entenderá que tal desviación de los valores indicados es inevitable debido a imprecisiones de medición, etc. Lo mismo se aplica a los términos "sobre" y "alrededor" y "sustancialmente".

La siguiente descripción no debe tomarse en un sentido limitativo, sino que se proporciona únicamente con el fin de describir los principios generales de la invención. Las siguientes realizaciones de la invención se describirán a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos mencionados anteriormente que muestran aparatos y resultados de acuerdo con la invención.

El método inventivo puede implementarse ya sea dentro de un medidor inteligente convencional, por ejemplo, pero no de una manera limitante, el que se ilustra en la figura 2, o fuera de un medidor inteligente, por medio de un dispositivo de medición adicional, como se describirá a continuación.

Como ya se ha mencionado, la figura 2 representa un esquema de un medidor inteligente para monitorizar la red de energía eléctrica de acuerdo con una posible implementación de la invención. Aunque para cada uno de los cuatro pares de cables o cables R, S, T, N, se considera el cable a la izquierda o la conexión a la red de distribución (por ejemplo, R_A), para el punto de vista eléctrico, que es el mismo punto eléctrico que el cable a la derecha o la conexión a la red de usuario final (por ejemplo, R_B), los medidores inteligentes se diseñan en general para que un elemento se comporte como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de las comunicaciones de PLC y se comporte como un elemento no resistivo en las frecuencias de fuente de alimentación, dispuesto en cada fase (R, S, T), entre el cable que pertenece a la red de distribución (R_A, S_A, T_A) y el cable que pertenece a la red de usuario final

(R_B, S_B, T_B). Es decir, en los medidores inteligentes como el que se ejemplifica en la figura 2, en general hay tres elementos, uno por fase (R, S, T). Este elemento puede usarse para desconectar la fuente de alimentación si es necesario. Opcionalmente, un elemento similar puede estar localizado en el cable neutro, entre el cable que pertenece a la red de distribución (NA) y el cable que pertenece a la red de usuario final (NB). La figura 3 ilustra este elemento 30 dispuesto dentro del medidor inteligente, entre el cable R, S, T o N que pertenece a la red de distribución y el cable correspondiente R, S, T o N que pertenece a la red de usuario final. Se observa que otras realizaciones de la invención pueden abarcar medidores inteligentes que tienen solo una fase (normalmente R) o solo dos fases (normalmente R y S), en lugar de tres fases (R, S y T) como la de la figura 2. Un lector experto comprenderá que, cuando el medidor inteligente tiene solo una fase (R), el elemento no resistivo en las frecuencias de fuente de alimentación se dispone entre el cable que pertenece a la red de distribución (R_A) y el cable que pertenece a la red de usuario final (R_B). Y cuando el medidor inteligente tiene solo dos fases (R, S), hay un elemento no resistivo en las frecuencias de fuente de alimentación entre el cable que pertenece a la red de distribución (R_A) y el cable que pertenece a la red de usuario final (R_B) de la primera fase (R) y hay otro elemento no resistivo en las frecuencias de fuente de alimentación entre el cable que pertenece a la red de distribución (S_A) y el cable que pertenece a la red de usuario final (S_B) de la segunda fase (S).

En realizaciones específicas, este elemento es un interruptor interior 40 dispuesto en una fase (R), dos fases (R, S) o las tres fases (R, S, T), entre el cable perteneciente a la red de distribución (R_A, S_A, T_A) y el cable que pertenece a la red de usuario final (R_B, S_B, T_B), para desconectar la fuente de alimentación si es necesario. Esto se muestra en la figura 4. Opcionalmente, un interruptor similar puede estar localizado en el cable neutro, entre el cable que pertenece a la red de distribución (NA) y el cable que pertenece a la red de usuario final (NB). Las implementaciones alternativas del elemento 30 40 son un cable, un empalme, una resistencia y un fusible, entre otras. En general, este elemento puede representarse como una impedancia 30. También pueden instalarse otros elementos que representan pequeñas impedancias entre esos dos puntos (A, B en las figuras 3 y 4).

Cuando los interruptores 40 o, en general, aquellas pequeñas impedancias 30 (una por fase en el medidor inteligente mostrado en la figura 2 y, opcionalmente, otra en el cable neutro, o una pequeña impedancia en la única fase (R) si el medidor inteligente tiene solo una fase (R) o dos impedancias pequeñas en las dos fases respectivas (R, S) si el medidor inteligente tiene solo dos fases (R, S)) está encendido (conectado), los cables de la red de distribución (R_A, S_A, T_A, NA en la figura 2) y los cables de la red doméstica o de usuario final (R_B, S_B, T_B, NB en la figura 2) son, en teoría, el mismo punto eléctrico en la frecuencia (generalmente CC y 50 o 60 Hz, aunque pueden usarse otras frecuencias en su lugar) en la fuente de alimentación. Sin embargo, los inventores han observado que los cables de la red de distribución (R_A, S_A, T_A, NA en la figura 2) y los cables de la red doméstica o de usuario final (R_B, S_B, T_B, NB en la figura 2) pueden ser diferentes puntos eléctricos en las bandas de frecuencia usados para la comunicación (las portadoras de PLC que, por ejemplo, en Europa, varían desde 30 kHz hasta 500 kHz, en función del país). En otras palabras, si el medidor inteligente está conectado a una red de usuario final que tiene un dispositivo (carga o generador) que provoca ruido, entonces los cables de la red de distribución (R_A, S_A, T_A, NA en la figura 2) y los cables de la red doméstica o de usuario final (R_B, S_B, T_B, NB en la figura 2) son en realidad puntos eléctricos diferentes respectivamente en las bandas de frecuencia usadas para la comunicación de PLC.

Cuando la red eléctrica se perturba con un ruido alto, el espectro medido en el elemento 30, 40 entre los puntos A y B (figuras 3 y 4) puede ser similar al espectro mostrado en la figura 8. En el contexto de la presente invención, "ruido alto" significa ruido que afecta al rendimiento de las comunicaciones, mientras que "ruido bajo" significa ruido que no afecta al rendimiento de las comunicaciones. Por lo general, el ruido no puede cuantificarse en valores absolutos, ya que tanto la potencia de ruido como la potencia de comunicación pueden variar. Además, un mismo valor absoluto de ruido puede considerarse alto o bajo, es decir, afectar o no al rendimiento de la comunicación, de acuerdo con la tecnología usada. Por ejemplo, si se usa una tecnología de PLC de una portadora, un pico de ruido de -10 dBr (en relación con la portadora de PLC) en la frecuencia de portadora se considera perturbador (ruido alto), mientras que un pico de ruido de -60 dBr (en relación con la portadora de PLC) no se considera perturbador (ruido bajo). Por otro lado, si se usa la tecnología PLC multiportadora, un pico de ruido de -10 dBr (en relación con la portadora de PLC máxima) centrado solo en una frecuencia, puede no perturbar (y, por lo tanto, no puede considerarse "ruido alto"), a menos que el rendimiento de las comunicaciones empeore debido al efecto de la señal perturbadora (en cuyo caso, dicho pico se considera perturbador (ruido alto)). Otro ruido blanco (homogéneo en una banda de frecuencia) o ruido de pulso (corto en el tiempo pero alto en nivel) son ejemplos de ruido perturbador en redes eléctricas.

La figura 8 representa un ejemplo específico del espectro de frecuencias de la tecnología PLC multiportadora que funciona dentro de la banda de frecuencia de 42-88 kHz. Se observa que otras tecnologías pueden funcionar en diferentes frecuencias o bandas de frecuencia. Por ejemplo, una tecnología de PLC de una portadora puede funcionar a una sola frecuencia (por ejemplo, a 86 kHz). Como puede observarse en la figura 8, el espectro de frecuencia entre los puntos A y B muestra dos picos, que representan el ruido que afecta al medidor. El ruido se expresa normalmente como picos en la respuesta espectral, aunque el ruido puede expresarse como alternativa en la respuesta espectral de una manera diferente a tales picos. El espectro de frecuencia mostrado en la figura 8 también puede denominarse como "espectro de ruido". Cuando, por el contrario, la red eléctrica se perturba con poco ruido, el análisis de espectro medido en una impedancia 30, 40 puede ser similar al espectro mostrado en la figura 9. En la figura 9, el portador de PLC también trabaja en una banda de frecuencia entre 42-88 kHz. Como puede observarse, no hay picos que representen ruido entre los puntos A y B presentes en el espectro. Esto significa que la señal de PLC no se ve afectada sustancialmente por el ruido. Como ya ha explicado, el ruido solo

puede medirse entre dos puntos A y B que tienen una impedancia entre los mismos.

En las realizaciones específicas, el elemento 30 se selecciona/diseña para tener unos requisitos muy bajos de atenuación (valor absoluto de impedancia $< 1\text{m}\Omega$) a la frecuencia (CC y 50-60 Hz) de la fuente de alimentación, pero no tan baja atenuación (valor absoluto de impedancia $> 1\text{m}\Omega$) para las bandas de frecuencia de PLC. Esto significa que, en la frecuencia (generalmente CC y 50 o 60 Hz, aunque pueden usarse otras frecuencias en su lugar) de la fuente de alimentación, la caída de tensión entre los puntos A y B en las figuras 3 y 4 debe ser cercana a cero pero en la frecuencia o bandas de frecuencia de PLC, puede medirse una caída de tensión (debido a que es diferente de cero) entre los puntos A y B en las figuras 3 y 4. Cuando la red eléctrica se ve perturbada con ruidos altos, el análisis de espectro medido en el elemento 30 es similar al espectro mostrado en la figura 8.

Volviendo a una red de distribución, en la que el ruido está provocando perturbaciones en un medidor inteligente (pero que el ruido se replica en muchos medidores dentro de la red de distribución), el nivel del espectro de ruido mostrado en la figura 8 es mayor en el medidor conectado directamente a la fuente del ruido que en el resto de medidores en la misma área pero no conectados a la fuente del ruido (incluso si algunos de esos medidores están adyacentes al medidor directamente afectado por el ruido). En un ejemplo no limitativo, la potencia de ruido puede ser 20 dB más alta en el medidor directamente conectado a la fuente del ruido que en un medidor adyacente. Por lo tanto, es posible identificar inequívocamente y fácilmente dónde está el problema (fuente del ruido). Como consecuencia, puede tomarse una decisión con el fin de evitar la caída de la comunicación. En una realización específica, la caída en la comunicación se evita instalando un filtro eléctrico entre el medidor inteligente y la fuente de ruido.

A continuación, se desvelan tres realizaciones posibles de la invención. Representan tres formas diferentes de implementar el método para medir/detectar ruido en la red eléctrica.

En una realización específica, un circuito interior se implementa dentro del medidor 51. En esta primera realización, el ruido se mide/detecta desde el propio medidor inteligente, gracias a un circuito interior para la detección de ruido 5_R 5_S 5_T 5_N dispuesto en el mismo. Esto se ilustra en la figura 5. Los circuitos interiores 5_R 5_S 5_T 5_N dentro del medidor 51 miden el ruido eléctrico entre los puntos A y B (de cualquiera de las tres fases R, S, T y opcionalmente en el cable neutro) en las bandas de frecuencia de PLC. Como se muestra en la figura 5, el propio medidor 51 está midiendo el espectro por medio de una configuración interior que comprende un analizador 52 para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los puntos A y B (los mismos puntos que se ilustran en las figuras 3 y 4). Otros elementos exteriores no son necesarios en esta realización. La medición se controla e implementa dentro del medidor 51. El resultado de la medición realizada gracias al circuito 5_R 5_S 5_T 5_N puede mostrarse o en una pantalla incluida en el medidor (por ejemplo, un técnico que supervisa el medidor puede verlo) o puede registrarse en una memoria interior del medidor, o en ambas. Esta solución puede ser de interés para implementarse en nuevos medidores a desarrollar. En los medidores no mostrados que tienen una sola fase (R), solo hay un circuito interior 5_R (y opcionalmente uno 5_N en el cable neutro). En los medidores no mostrados que tienen dos fases (R, S), hay dos circuitos interiores, uno por fase 5_R 5_S (y opcionalmente uno 5_N en el cable neutro).

En una realización alternativa, se implementa un dispositivo 6_R 6_S 6_T 6_N exterior al medidor 61. En medidores no mostrados que tienen una sola fase (R), solo hay un dispositivo exterior 6_R (y opcionalmente un 6_N en el cable neutro). En medidores no mostrados que tienen dos fases (R, S), hay dos dispositivos exteriores, uno por fase 6_R 6_S (y opcionalmente uno 6_N en el cable neutro). Por lo tanto, el ruido se mide/detecta externamente al medidor inteligente 61. Esto se ilustra en la figura 6. El dispositivo exterior 6_R 6_S 6_T 6_N (uno por cable de fase y opcionalmente uno adicional para el cable neutro) mide el espectro en la banda de frecuencia de interés, accediendo a los puntos A y B (u otros puntos conectados a los mismos en las barras de bus). El elemento 30, 40 está localizado dentro del medidor inteligente 61. Con el fin de realizar dicha medición, el dispositivo exterior comprende un analizador 62 para medir la respuesta espectral entre los puntos A y B. Puede accederse a los puntos A y B desde la parte exterior del medidor inteligente 61. Con el fin de no sufrir otras perturbaciones, se necesitan cables blindados 63 64 y una sonda aislada 65 entre los puntos A y B y el dispositivo 6_R 6_S 6_T 6_N usado para la medición. Estos cables blindados 63 64 y la sonda 65 están incluidos dentro del dispositivo exterior 6_R 6_S 6_T 6_N . Esta realización permite realizar la medición en puntos de otros medidores en la misma área, a diferencia de los puntos dentro del medidor inteligente 61, conectados eléctricamente a los puntos A y B (véanse las figuras 3 y 4), si hay pérdidas en los cables (u otros elementos de conexión) son lo suficientemente bajas como para medir el mismo nivel de señal que el nivel de señal que se mediría en los puntos dentro del medidor inteligente 61. Se observa que un valor absoluto de pérdida en un cable o elemento de conexión puede considerarse alto o bajo, en función del nivel de señal de PLC y del nivel de ruido. En un ejemplo específico, no limitativo, en el que el nivel de ruido medido es de 15 dB sobre el ruido de fondo, las mediciones pueden realizarse en otros medidores si la pérdida en el elemento de conexión es menor que 5 dB en esas frecuencias. Como se ha mencionado, el dispositivo exterior 6_R 6_S 6_T 6_N comprende un analizador de espectro 62, cables blindados 63 64 y una sonda de aislamiento 65. La medición se realiza con un analizador de espectro 62 adaptado/sintonizado a las bandas de frecuencia de PLC. Esta solución puede ser de interés para las empresas que ya han instalado una cantidad significativa de medidores, ya que no requiere modificar la arquitectura o el diseño del medidor.

- En una realización aún alternativa, se usa una cubierta de terminal especial 77. En general, los medidores 71 tienen una cubierta de terminal para proteger a los usuarios de posibles daños eléctricos. En esta realización, la cubierta de terminal 77 con la que se cubre el medidor inteligente 71, está configurada para usarse para la detección de las fuentes de ruido. Esto se ilustra en la figura 7. La cubierta de terminal 77 puede usarse con medidores ya instalados, sin necesidad de modificar su arquitectura o diseño. La cubierta 77 incluye un dispositivo de medición $7_R 7_S 7_T 7_N$ incorporado en la misma. El dispositivo de medición $7_R 7_S 7_T 7_N$ comprendido en la cubierta de terminal 77 está conectado a los puntos A y B (véanse las figuras 3 y 4). Las mediciones se realizan de manera similar a la descrita con respecto a la realización en la figura 6, es decir, por medio de un dispositivo de medición que comprende un analizador de espectro 72, cables blindados 73 74 y una sonda de aislamiento 75. Esta solución puede aplicarse tanto a nuevos contadores como a contadores ya instalados. Nuevamente, en los medidores no mostrados que tienen una sola fase (R), solo hay un dispositivo de medición 7_R (y opcionalmente un 7_N en el cable neutro). En medidores no mostrados que tienen dos fases (R, S), hay dos dispositivos de medición, uno por fase $7_R 7_S$ (y opcionalmente uno 7_N en el cable neutro).
- En conclusión, el método y sistemas propuestos permiten medir el ruido que provoca perturbaciones en una red eléctrica y detectar qué medidor preciso (o la red de usuario final al que está conectado el medidor) está provocando tal perturbación. La medición se realiza en dos puntos de la red que tienen la misma tensión en la frecuencia de fuente de alimentación de red eléctrica (generalmente CC y 50 o 60 Hz, aunque en su lugar pueden usarse otras frecuencias) pero que tienen una tensión diferente en las frecuencias de PLC. Gracias al método propuesto, no hay necesidad de apagar una pluralidad de medidores inteligentes que, a pesar de estar funcionando correctamente (no tienen una instalación que provoca ruido conectada a los mismo) se ven afectados por el ruido generado en una instalación conectada a otro medidor inteligente dentro de un área determinada. Por el contrario, el método permite aislar, sin apagar muchos medidores uno por uno, el medidor inteligente que tiene una instalación perturbadora conectada al mismo. Por lo tanto, otros usuarios no están molestos y, de esta manera, se ahorra, tiempo y dinero a los proveedores de energía eléctrica.
- Por otro lado, la invención no está limitada obviamente a la realización(es) específica descrita en el presente documento, sino que también abarca cualquier variación que pueda considerarse por cualquier experto en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de los materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del alcance general de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar una fuente del ruido en una red de distribución de red eléctrica que implementa comunicaciones mediante línea de potencia, PLC, comprendiendo dicha red de distribución de red eléctrica una pluralidad de medidores (51, 61, 71) conectados respectivamente a una pluralidad de redes de usuario final, en donde dicha fuente del ruido a detectar se origina en un dispositivo que pertenece a una de dichas redes de usuario final, en donde cada uno de dichos medidores (51, 61, 71) está conectado a al menos un par de cables correspondientes a al menos una fase de las 3 fases de la red eléctrica (R, S, T), comprendiendo dicho al menos un par de cables un primer cable (R_A, S_A, T_A, N_A) que pertenece a dicha red de distribución y un segundo cable (R_B, S_B, T_B, N_B) que pertenece a una red de usuario final correspondiente, estando el método **caracterizado por que** comprende:
- en cada uno de dichos medidores (51, 61, 71), disponer un elemento (30, 40) que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, CC, 50-60 Hz, entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución (R_A, S_A, T_A) y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final (R_B, S_B, T_B);
 - medir la diferencia en el potencial eléctrico entre los dos extremos (A, B) de cada elemento (30, 40) dispuesto entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución (R_A, S_A, T_A) y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final (R_B, S_B, T_B);
 - a partir de dicha al menos una medición, determinar si un dispositivo que pertenece a la red de usuario final y está conectado a dicho medidor (51, 61, 71) está provocando o no una perturbación de ruido.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- en cada uno de dichos medidores (51, 61, 71), disponer otro elemento (30, 40) que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, CC, 50-60 Hz, entre el cable neutro que pertenece a la red de distribución (N_A) y el cable neutro que pertenece a la red de usuario final (N_B);
 - medir la diferencia de potencial eléctrico entre los dos extremos de dicho elemento;
 - a partir de dicha medición, determinar si un dispositivo que pertenece a la red de usuario final y está conectado a dicho medidor (51, 61, 71) está provocando o no una perturbación de ruido.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento (30, 40) es un interruptor (40) configurado para desconectar, si es necesario, la fuente de alimentación.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento (30, 40) es un cable, un empalme, una resistencia y un fusible, o cualquier elemento que se comporte como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporte como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, CC, 50-60 Hz.
5. El método de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha al menos una medición en la diferencia del potencial eléctrico entre los dos extremos de dicho elemento (30, 40) se realiza dentro de dicho medidor (51).
6. El método de la reivindicación 5, en el que dicha al menos una medición se realiza dentro de dicho medidor (51) por medio de un analizador de espectro (52) dispuesto dentro del medidor (51) y configurado para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los dos extremos de dicho elemento (30, 40).
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicha al menos una medición en la diferencia del potencial eléctrico entre los dos extremos de dicho elemento (30, 40) se realiza en un dispositivo de medición (6_R 6_S 6_T 6_N; 7_R 7_S 7_T 7_N) fuera de dicho medidor (61, 71).
8. El método de la reivindicación 7, en el que dicha al menos una medición se realiza por medio de un dispositivo de medición (6_R 6_S 6_T 6_N) externo a dicho medidor (61), comprendiendo dicho dispositivo de medición (6_R 6_S 6_T 6_N; 7_R 7_S 7_T 7_N) un analizador de espectro (62, 72) configurado para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los dos extremos de dicho elemento (30, 40), los cables blindados (63, 64; 73, 74) y una sonda de aislamiento (65, 75).
9. El método de la reivindicación 8, en el que dicho dispositivo de medición (7_R 7_S 7_T 7_N) está comprendido dentro de una cubierta de terminal (77) configurada para cubrir dicho medidor (71).
10. Un sistema para detectar una fuente del ruido en una red de distribución de red eléctrica que implementa comunicaciones mediante línea de potencia, PLC, comprendiendo dicha red eléctrica una pluralidad de medidores (51, 61, 71) conectados respectivamente a una pluralidad de redes de usuario final, en donde dicha fuente del ruido a detectar se origina en un dispositivo que pertenece a una de dichas redes de usuario final, en donde cada uno de dichos medidores (51, 61, 71) está conectado a al menos un par de cables correspondientes a al menos una fase de las 3 fases de la red eléctrica (R, S, T), comprendiendo dichos al menos un par de cables un primer cable (R_A, S_A,

- T_A, N_A) que pertenece a dicha red de distribución y un segundo cable (R_B, S_B, T_B, N_B) que pertenece a una red de usuario final correspondiente, estando el sistema **caracterizado por que** cada uno de dichos medidores (51, 61, 71) comprende un elemento (30, 40) que se comporta como un elemento resistivo dentro de la banda de frecuencia de PLC, y que se comporta como un elemento no resistivo en la frecuencia de la red eléctrica, CC, 50-60 Hz, estando dicho elemento (30, 40) dispuesto entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución (R_A, S_A, T_A) y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final (R_B, S_B, T_B);
- 5 comprendiendo el sistema unos medios para medir ($5_R 5_S 5_T 5_N; 6_R 6_S 6_T 6_N; 7_R 7_S 7_T 7_N$), en cada medidor (51, 61, 71), la diferencia en el potencial eléctrico entre los dos extremos (A, B) de cada elemento (30, 40) dispuesto entre dicho primer cable que pertenece a la red de distribución (R_A, S_A, T_A) y dicho segundo cable que pertenece a la red de usuario final (R_B, S_B, T_B) y para determinar, a partir de dicha al menos una medición, si un dispositivo que pertenece a la red de usuario final y está conectado a dicho medidor está provocando o no una perturbación de ruido.
- 10
- 15 11. El sistema de la reivindicación 10, en el que dichos medios para medir ($5_R 5_S 5_T 5_N; 6_R 6_S 6_T 6_N; 7_R 7_S 7_T 7_N$) comprenden un analizador de espectro (52, 62, 72) configurado para medir la respuesta espectral en la frecuencia de la red de PLC entre los dos extremos (A, B) de dicho elemento (30, 40).
- 20 12. El sistema de las reivindicaciones 10 u 11, en el que dichos medios para medir ($5_R 5_S 5_T 5_N$) están comprendidos dentro de dicho medidor.
13. El sistema de las reivindicaciones 10 u 11, en el que dichos medios para medir ($6_R 6_S 6_T 6_N; 7_R 7_S 7_T 7_N$) son externos a dicho medidor.
- 25 14. El sistema de la reivindicación 13, en el que dichos medios para medir ($6_R 6_S 6_T 6_N; 7_R 7_S 7_T 7_N$) comprenden además unos cables blindados (63, 64; 73, 74) y una sonda de aislamiento (65, 75).
- 30 15. El sistema de cualquier reivindicación 13 o 14, en el que dichos medios para medir ($7_R 7_S 7_T 7_N$) están comprendidos dentro de una cubierta de terminal (77) configurada para cubrir dicho medidor (71).

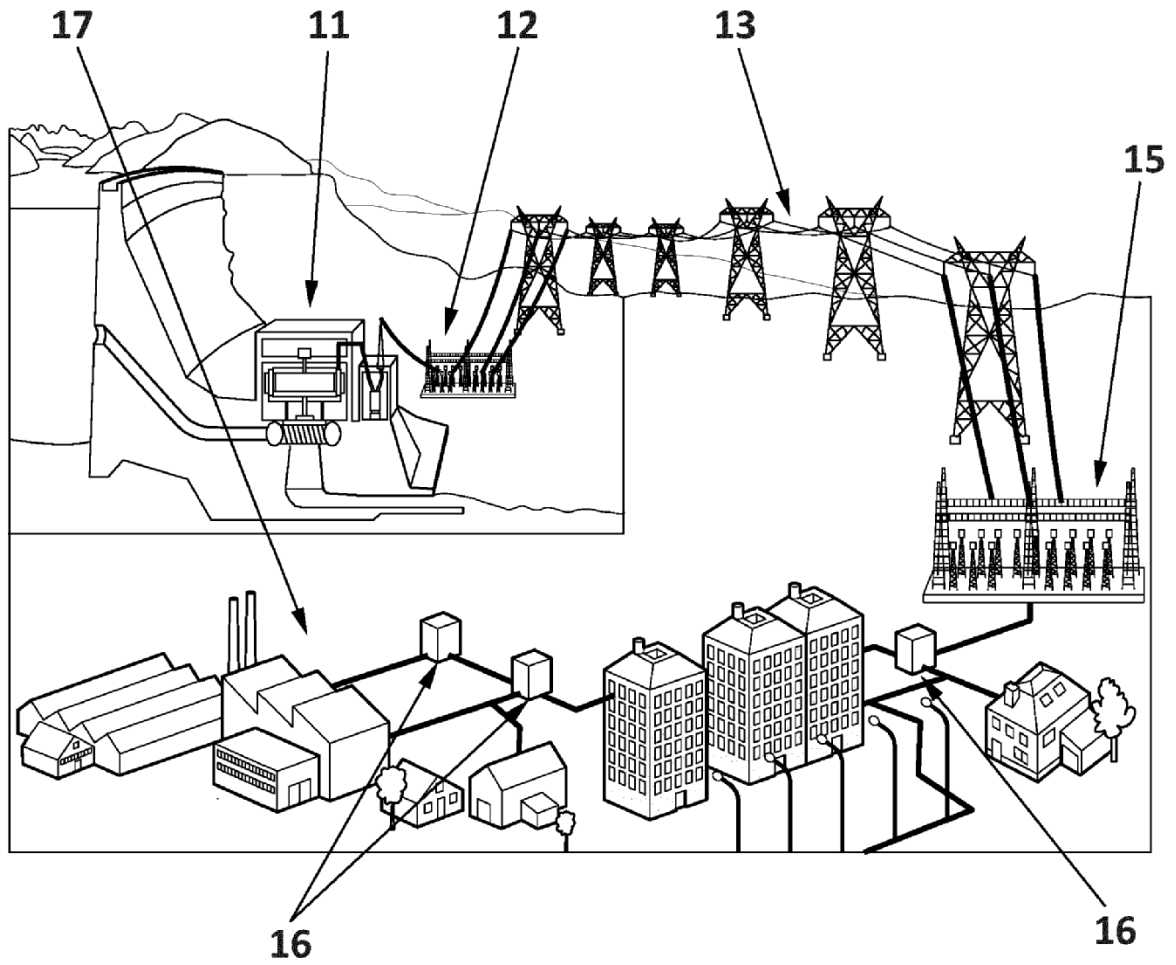


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

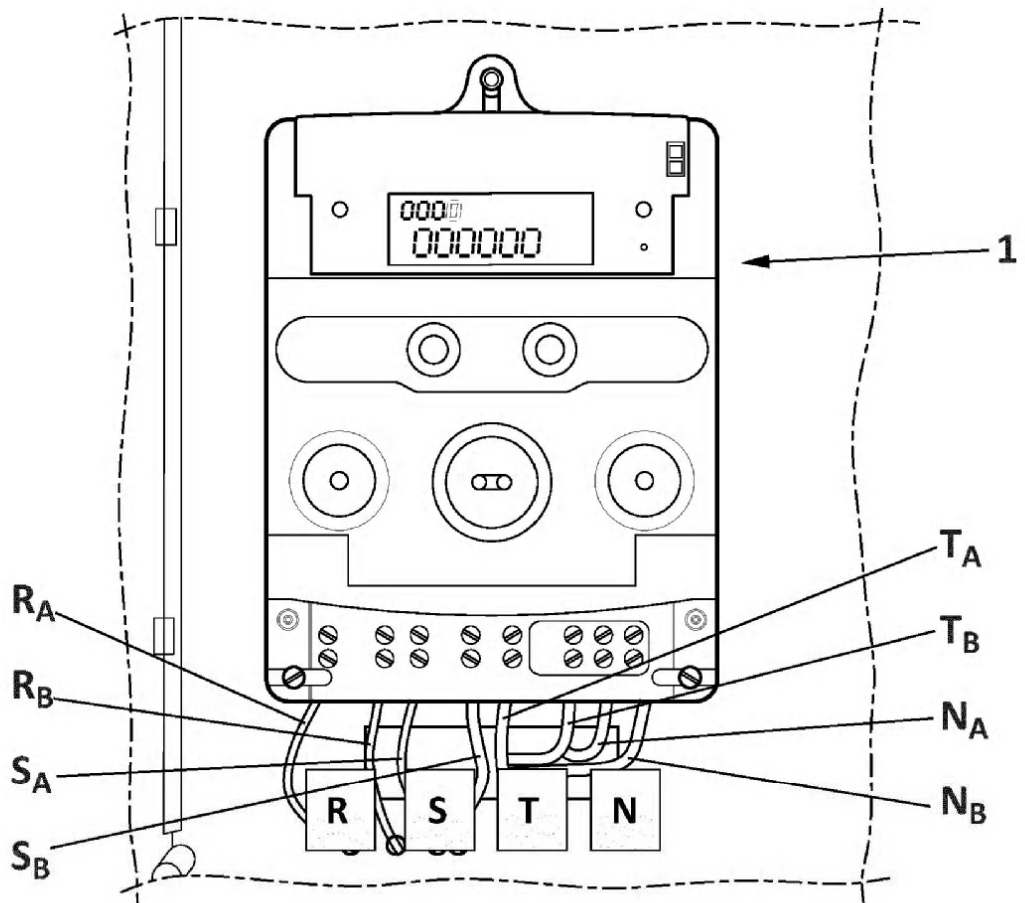


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

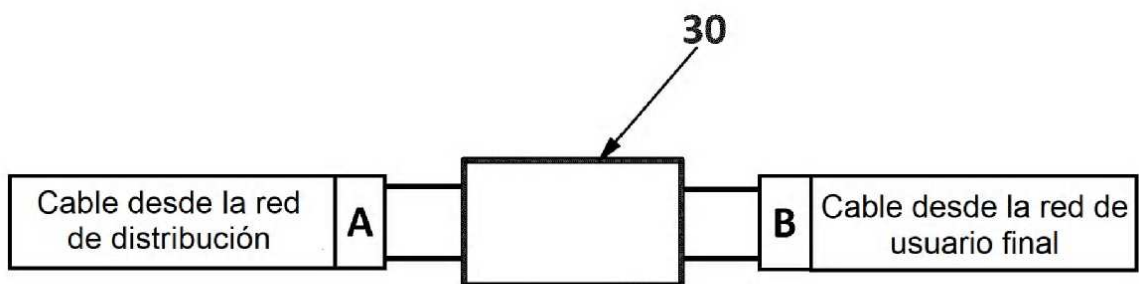


FIG. 3

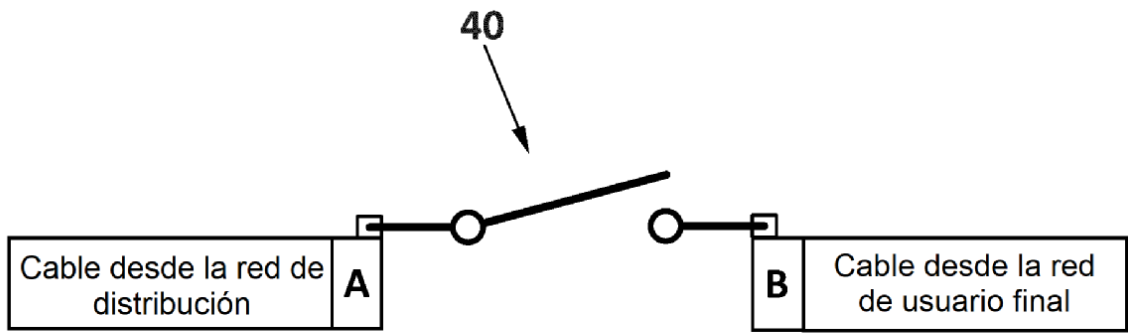


FIG. 4

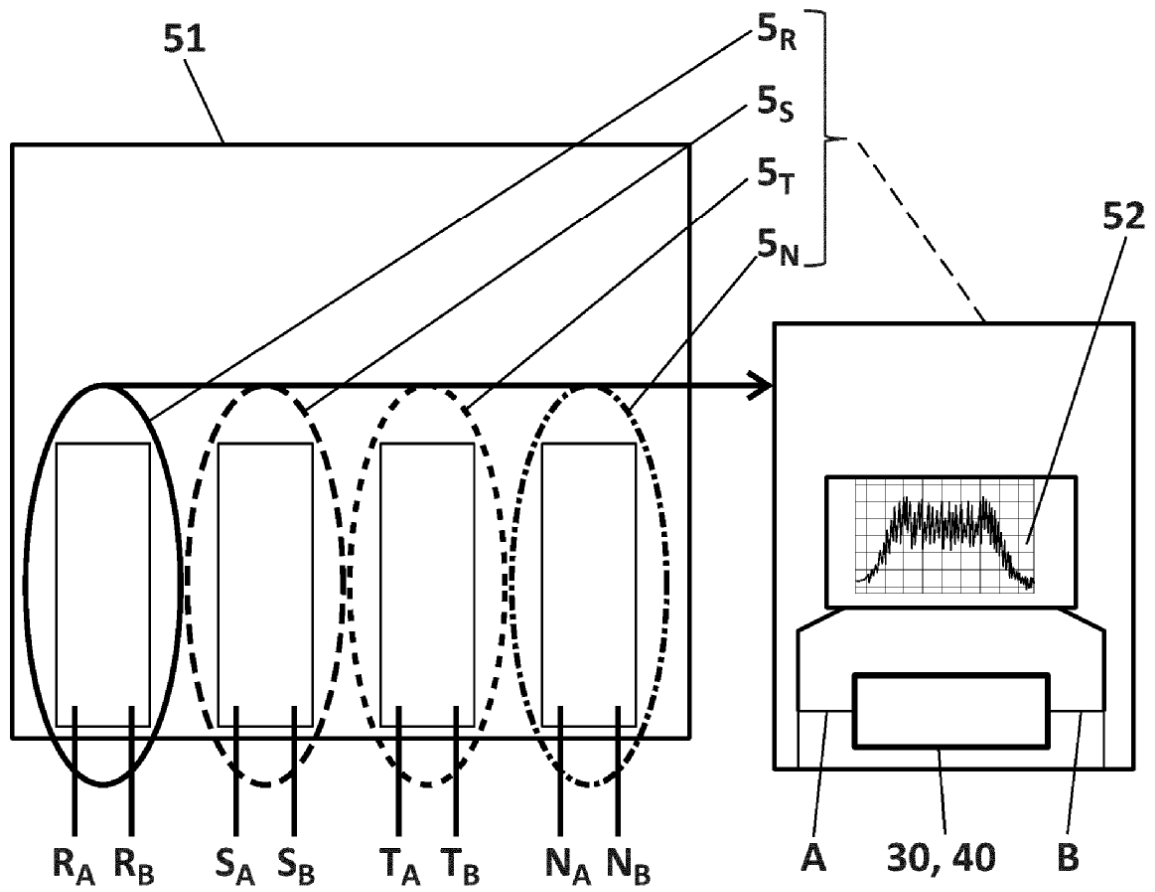


FIG. 5

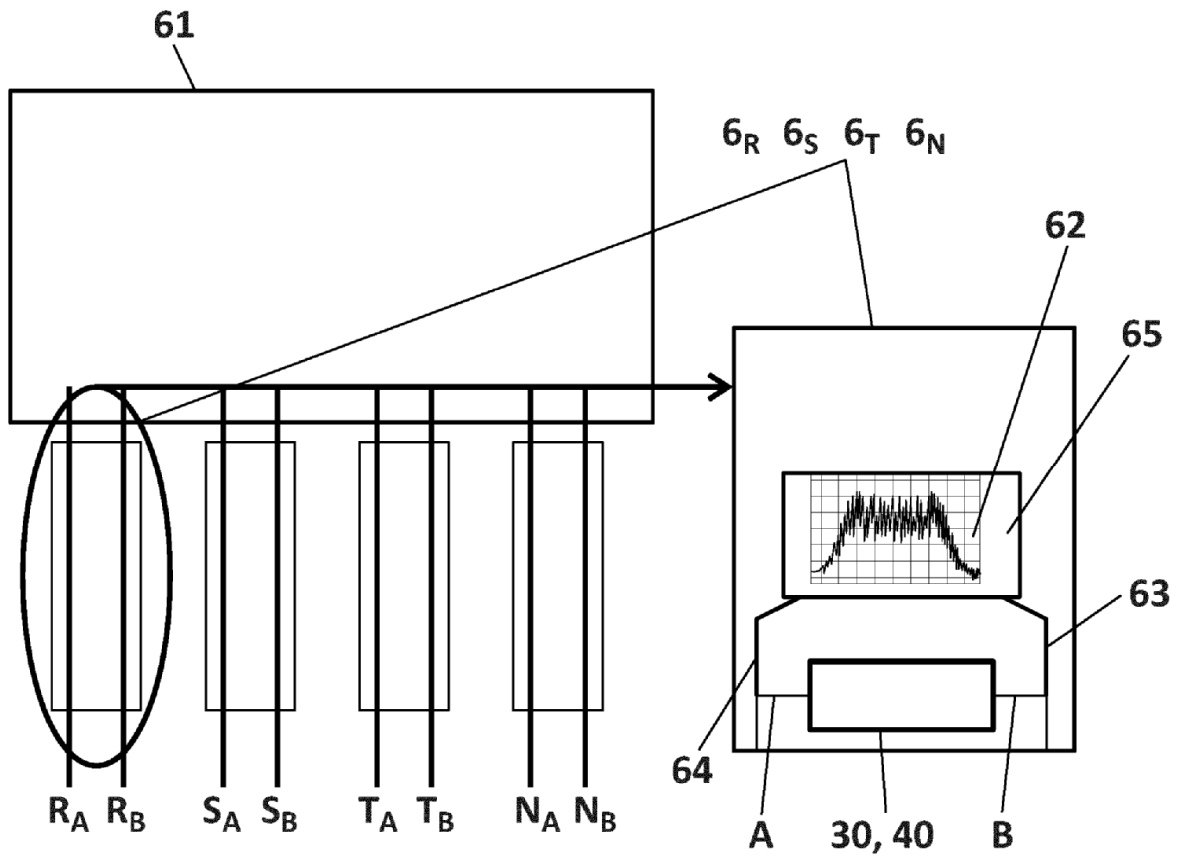


FIG. 6

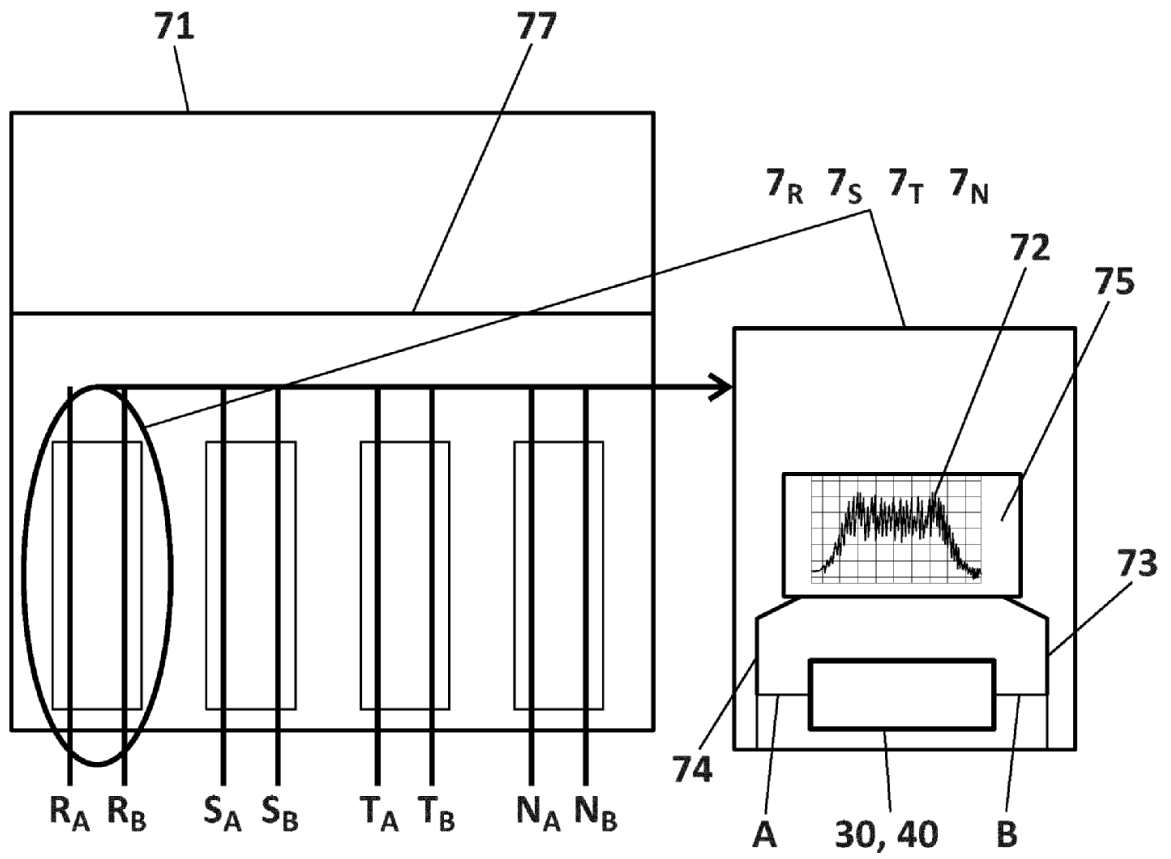


FIG. 7

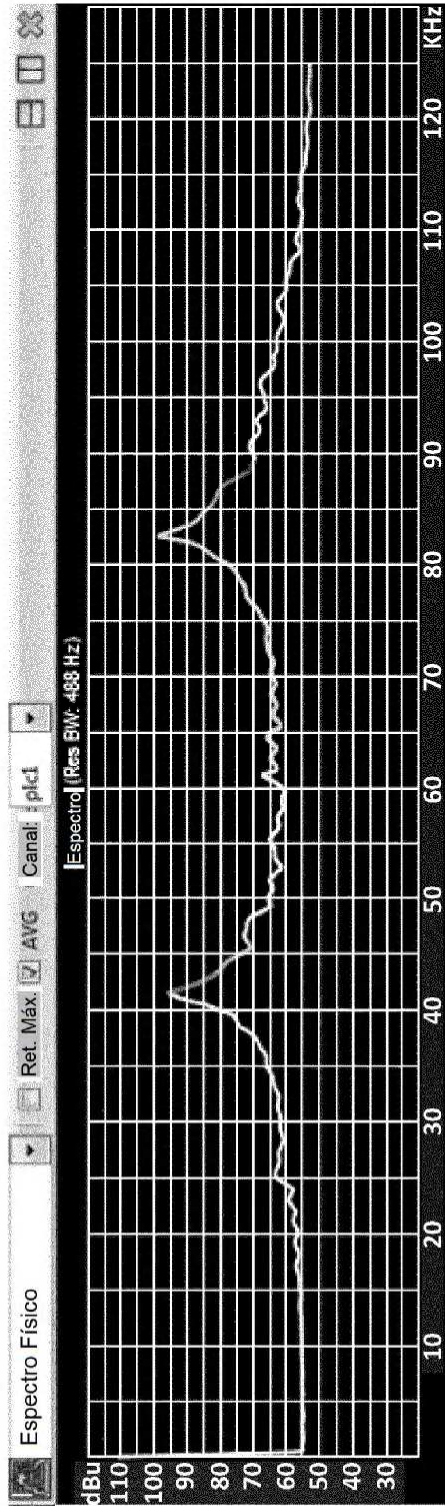


FIG. 8

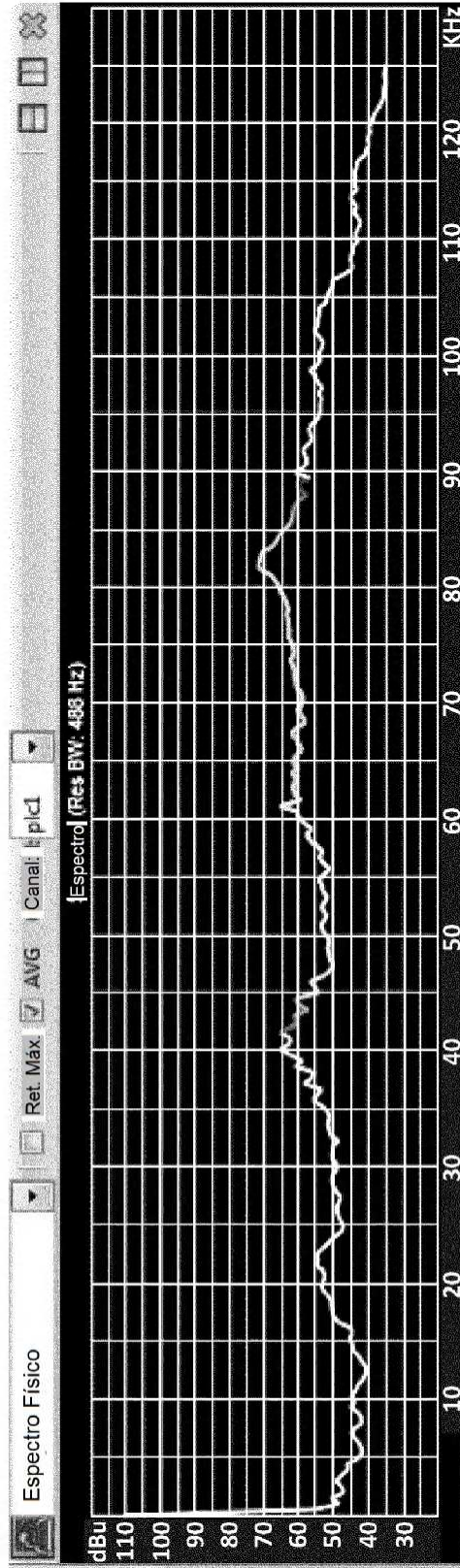


FIG. 9