

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 501**

51 Int. Cl.:

G01R 22/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2012** E 12306312 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** EP 2597473

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de detección de un shunt entre la entrada y la salida de potencia de un contador de consumo eléctrico**

30 Prioridad:

28.11.2011 FR 1103622

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

15.09.2020

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**CLEMENCE, MICHEL;
CONTINI, ERICK;
COUTELOU, OLIVIER;
WATERLOT, FRÉDÉRIC y
LASSALLE, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 782 501 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

Procedimiento y dispositivo de detección de un shunt entre la entrada y la salida de potencia de un contador de consumo eléctrico

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere al campo de la distribución eléctrica en una red, en concreto una red pública de tipo baja tensión.

De manera más precisa, la invención trata sobre un procedimiento y un dispositivo de detección de un shunt entre la entrada y la salida de potencia de un contador de consumo eléctrico colocado en esta red. También se refiere a un procedimiento de localización, en una red de distribución de electricidad, de un fraude por derivación de un contador de lectura de consumo colocado en la red.

Estado de la técnica

15 Como se ha representado en la figura 1, en una red eléctrica 1, la distribución terminal de electricidad se realiza en baja tensión (BT) desde unas estaciones 2 de distribución MT/BT (Media Tensión / Baja Tensión) hacia unos consumidores de baja tensión 5 (en número del orden de un centenar), en concreto viviendas residenciales. Una estación MT/BT 2 presenta varias partidas 3 (en número del orden de cuatro a diez). Cada partida se despliega en una estructura radial 4 que presenta varias conexiones monofásicas o trifásicas 6. En la estación MT/BT 2, se sitúa un cuadro BT que reparte la potencia por las diferentes partidas 3, eventualmente protegida cada una por fusibles o disyuntores.

20 Las redes de baja tensión son densas, a veces aéreas, a veces subterráneas, que mezclan diversos materiales y cables de diversas edades. Están explotadas por empresas de electricidad que tienen para algunas un historial del orden de un siglo, durante el que esta red ha sido objeto de modificaciones, de extensiones, de repartos. Estas redes son técnicamente simples, poco sujetas a avería y, de hecho, con frecuencia no están documentadas o lo están poco o mal.

25 Dos factores vienen a añadirse a este contexto. Por un lado, la desregulación del sector de la electricidad impone la separación de los actores. Por otra parte, las redes de distribución pertenecen a los distribuidores de electricidad que conservan un carácter monopolístico, pero se encuentran bajo limitaciones de los reguladores nacionales. Estos imponen a sus distribuidores objetivos de calidad de servicio que deben medirse, entre otros, en tiempo y número de cortes, vistos por cada uno de los consumidores empalmados. Estos objetivos son restrictivos y pueden dar lugar a penalizaciones si no se respetan. En consecuencia, los distribuidores necesitan ahora una gran precisión sobre los datos de cortes e información precisa para localizar mejor los eventuales fallos o insuficiencias.

30 Por otro lado, siempre en el marco de la desregulación, cierto número de países ha decidido desplegar contadores comunicantes que eviten el desplazamiento del personal para asegurar las lecturas. Según los contextos reglamentarios y según los distribuidores, se han retenido diferentes arquitecturas para asegurar operaciones de lecturas de los contadores a distancia. En algunas de estas arquitecturas, ciertos distribuidores han decidido colocar un concentrador de datos en cada estación de distribución MT/BT. Este asegura la recogida de los datos de cada uno de los contadores que le están empalmados. Los datos de recuento se reciben por medio de corrientes portadoras en línea o mediante unos medios radioeléctricos a frecuencia regular (del orden de media hora al día). El concentrador de datos retransmite, a continuación, el conjunto de estas mediciones a un nivel superior por otro medio de comunicación. Por lo tanto, en cada estación MT/BT hay datos de recuento disponibles de cada uno de los contadores prácticamente en tiempo real.

35 La detección de robo de energía dentro de la red de baja tensión por los suscriptores sigue siendo un problema sin resolver. Sin embargo, el robo de energía tiene un impacto negativo en la rentabilidad de las administraciones. Estas pérdidas no técnicas se contabilizan en las pérdidas globales y pueden representar del 5 al 10 % en los países europeos y del 30 al 50 % en India, por ejemplo.

45 El robo de energía por un suscriptor consiste en colocar un shunt entre la entrada y la salida de potencia de su contador de consumo. De por sí, la presencia de un shunt de este tipo es a menudo indetectable y nunca localizable a distancia.

Una solución conocida para detectar un robo de energía consiste en calcular, al nivel de la estación de distribución MT/BT, la diferencia entre la energía total proporcionada a la red y la energía total consumida de acuerdo con las lecturas procedentes de los contados comunicantes. El resultado permite detectar un fraude mediante colocación de shunt, pero no permite localizar el fraude en la red. Por otro lado, esta solución sigue siendo compleja e imprecisa debido a la necesidad de estimar las pérdidas en línea.

Objeto de la invención

La finalidad de la invención es proporcionar un procedimiento de detección de un shunt entre la entrada y la salida de potencia de un contador de consumo eléctrico que permita remediar los problemas mencionados anteriormente y que

mejora las soluciones de la técnica anterior.

En particular, un primer objeto de la invención es proporcionar un procedimiento de detección simple, económica y eficaz.

5 Un segundo objeto de la invención es proporcionar un procedimiento de detección de un fraude en la red. Después de la localización del infractor, ventajosamente se hace posible comunicar las coordenadas a las administraciones o a los vendedores de energía.

Según la invención, se propone un procedimiento de detección de un shunt entre la entrada y la salida de potencia de un contador de consumo eléctrico según la reivindicación 1.

10 Preferentemente, El procedimiento de detección también comprende una etapa de determinación de las intensidades de las corrientes que circulan en conductores de potencia entre las entrada y salida de potencia del contador, dicha etapa de determinación determina valores individuales de corriente y/o una suma vectorial de las corrientes y/o un valor diferencial. Preferentemente, El procedimiento de detección también comprende una etapa de deducción, a partir de la etapa de determinación, de la presencia de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador.

15 Preferentemente, El procedimiento de detección también comprende una etapa de verificación de que las intensidades no excedan un valor límite más allá del que se pospone la aplicación de las etapas de prueba.

Ventajosamente, la modificación de la primera señal al nivel del elemento de transformación comprende una atenuación de la primera señal mediante uso de un filtro de tipo de paso bajo.

20 Ventajosamente, la etapa de análisis comprende el examen de la presencia o la ausencia de detección en la segunda señal de primera señal no modificada, deduciéndose la presencia de shunt en la etapa de deducción en caso de una presencia de detección.

Ventajosamente, la etapa de análisis comprende el examen del nivel de potencia de primera señal en la segunda señal, deduciéndose la presencia de shunt en la etapa de deducción en el caso en que la diferencia entre el nivel de potencia de la primera señal en la segunda señal y el nivel de potencia de la primera señal entre la entrada de potencia del contador y el elemento de transformación es inferior a un umbral dado.

25 Ventajosamente, la etapa de generación se realiza mediante una estación de transformación de media tensión/baja tensión aguas arriba del contador. Ventajosamente, la etapa de generación se realiza mediante un transmisor integrado en el contador.

Ventajosamente, las etapas se realizan automáticamente de manera periódica.

30 Un Procedimiento de localización, en una red de distribución de electricidad, de un fraude por derivación de un contador de lectura de consumo colocado en la red según la invención, comprende una etapa de identificación de un contador para el que la presencia de un shunt se ha detectado entre la entrada y la salida de potencia implementando un procedimiento de detección como se ha definido anteriormente.

Preferentemente, la etapa de identificación comprende la transmisión de un mensaje por un transmisor integrado en el contador.

35 Preferentemente, el transmisor del mensaje es un módulo que comprende un transmisor de generación de la primera señal y/o un receptor de demodulación de la primera señal.

Preferentemente, el transmisor del mensaje funciona a diferentes frecuencias de un módulo integrado en el contador y que comprende un transmisor de generación de la primera señal y/o un receptor de demodulación de la primera señal.

40 La reivindicación 12 define un dispositivo de detección de un shunt entre una entrada y una salida de potencia de un contador de consumo eléctrico según la invención.

45 En un modo de realización particular, el dispositivo comprende un elemento de determinación de las intensidades de las corrientes que circulan en los conductores de potencia entre las entrada y salida de potencia del contador, dicha etapa de determinación determina valores individuales de corriente y/o una suma vectorial de las corrientes y/o un valor diferencial.

Un contador de consumo eléctrico según la invención comprende cualquier dispositivo de detección como se ha definido anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

50 Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la descripción que va a seguir de modos particulares de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos

adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra un esquema de arquitectura general de una red de distribución de electricidad de baja tensión,
- las figuras 2 y 3 ilustran unos primero y segundo modos de realización de un contador de consumo eléctrico según la invención,
- 5 - las figuras 4 y 5 muestran dos modos de realización de un filtro de paso bajo para constituir el elemento de transformación,
- la figura 6 representa los principios eléctricos de un transmisor y receptor CPL, corriente portadora en línea, luego en la figura 7 en caso de conexión en una línea de corriente de impedancia RI.

Descripción de modos preferentes de la invención

10 La invención se describirá en aplicación a una red de distribución de electricidad, por ejemplo, de tipo baja tensión BT desde una estación de distribución MT/BT (Media Tensión / Baja Tensión) hacia unos consumidores de baja tensión (en número del orden de un centenar), en concreto viviendas residenciales. Una estación MT/BT presenta varias partidas (en número del orden de cuatro a diez) entre las que la potencia se reparte al nivel de la estación. Cada

15 partida se compone principalmente de tres fases F1, F2 y F3 y de un N neutro y se despliega en una estructura radial que presenta varias conexiones monofásicas o trifásicas para el empalme de cada consumidor a la partida.

Para supervisar el consumo de los consumidores de baja tensión, una conexión monofásica o trifásica está convencionalmente equipada con un contador de consumo eléctrico de tipo comunicante o inteligente. Las figuras 2 y 3 ilustran unos primero y segundo modos de realización de un contador de consumo eléctrico 10.

20 Cada contador comprende al menos una entrada 11 de potencia empalmada a una de las fases de la red (aquí, por ejemplo, la fase F1 en las figuras 2 y 3) en el caso de una conexión monofásica o a las tres fases en el caso no representado de una conexión trifásica, así como al conductor de neutro N de la red. Comprende igualmente al menos una salida 12 de potencia que permite alimentar el consumidor. Entre la entrada y la salida de potencia, el contador comprende unos conductores de potencia internos a lo largo de los que está dispuesto un elemento 13 de recuento de la energía.

25 Cada contador está configurado para poder transmitir regularmente una información de consumo a la estación de distribución MT/BT en la que está empalmado. Una base de datos situada en la estación contiene las lecturas sucesivas de cada uno de los contadores empalmados. Los datos de recuento se reciben a frecuencia regular (del orden de media hora al día) ventajosamente por medio de corrientes portadoras en línea, pero podrían serlo por unos medios radioeléctricos. Para la transmisión de corrientes portadoras en línea de este tipo, el primer modo de realización de la figura 2 integra un módulo marcado CPL1 que comprende un transmisor T de corriente portadora en línea y un receptor R de demodulación de corriente portadora en línea. El segundo modo de realización de la figura 3 integra a su vez un módulo marcado CPLO destinado a la transmisión T o recepción R de corrientes portadoras en línea con destino o que proceden de la estación MT/BT. Los receptores de los módulos CPL1 y CPLO respectivamente en las

30 figuras 2 y 3 pueden servir en concreto para la recepción de los datos con procedencia de la estación MT/BT (tarifas por hora, cambios de tarifas, etc...).

Sea el que sea el modo de realización, el módulo CPL1 (figura 2) o el módulo CPLO (figura 3) están conectados a un controlador 14 él mismo conectado al elemento de recuento de la energía, a una interfaz local hombre-máquina (IHM) y a un elemento de comunicación cliente (TIC).

40 Los dos trazos punteados en las figuras 2 y 3 representan la eventual colocación de un shunt 15 o derivación entre la entrada y la salida de potencia del contador. Un shunt de este tipo se compone de un conductor conectado a la fase F1 aguas arriba de la entrada de potencia y que alimenta la fase de la salida de potencia y/o de un conductor conectado al neutro N aguas arriba de la entrada de potencia y que alimenta el neutro de la salida de potencia.

45 Un contador de consumo eléctrico como se representa en las figuras 2 y 3 comprende todo o parte de un dispositivo de detección que permite la detección de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador. Este dispositivo de detección comprende unos medios de software y/o hardware que implementan un procedimiento de detección y/o un procedimiento de localización que se describen a continuación.

En concreto, los medios de software y/o hardware comprenden:

- un elemento de generación de una primera señal,
- un elemento de transformación que modifica la primera señal al nivel del contador entre la entrada y la salida de potencia del contador,
- 50 - un elemento de análisis de una segunda señal entre el elemento de transformación y la salida de potencia del contador,
- y un elemento de deducción de la presencia o de la ausencia de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador.

55 El elemento de generación de la primera señal, que tiene una función de prueba, puede integrarse en el contador para que el dispositivo de detección esté totalmente incluido en el contador. Igualmente, puede estar trasladado y a distancia

con respecto al contador, por ejemplo, integrado en la estación MT/BT y el dispositivo de detección solo está parcialmente integrado en el contador.

5 El contador puede comprender igualmente un elemento 16 de determinación de las intensidades de las corrientes que circulan en los conductores de potencia entre la entrada 11 y salida 12 de potencia del contador. La etapa de determinación determina valores individuales de corriente y/o una suma vectorial de las corrientes y/o un valor diferencial.

10 En la continuación de la descripción, la invención se describirá en una aplicación particular, de ninguna manera limitativa, en la que la primera señal está constituida por una corriente portadora de línea llamada en lo sucesivo "CPL". Esta señal CPL está destinada en concreto a superponerse a la señal eléctrica alterna principal de potencia, por ejemplo, la tensión 230 V de 50 Hz, usando una primera señal CPL de mayor frecuencia y de escasa energía. Esta primera señal CPL se propaga en la red y puede ser recibida y decodificada por cualquier receptor CPL colocado a distancia del transmisor CPL en la misma red eléctrica. No obstante, la primera señal puede ser de cualquier naturaleza desde el momento en que permite conseguir los resultados de funcionamiento expuestos a continuación, por ejemplo, en forma de impulsos u otros. Por otro lado, la naturaleza de los elementos de generación, de transformación, de análisis y de deducción es función de la naturaleza de la primera señal.

15 El transmisor de generación de la primera señal CPL puede integrarse en la estación MT/BT. Alternativamente, puede integrarse en el contador él mismo, con la ayuda del transmisor del módulo CPL1 en el marco del primer modo de realización según la figura 2 o gracias a un módulo CPL1 (que comprende un transmisor de generación de la primera señal CPL) en el marco del segundo modo de realización según la figura 3 en que el transmisor del módulo CPL0 que está destinado a las comunicaciones con la estación MT/BT funciona a diferentes frecuencias del módulo CPL1 integrado en el contador para la generación de la señal CPL, en concreto muy inferiores. Por lo demás, el módulo CPL1 de la figura 3 también puede comprender un receptor de demodulación de la primera señal CPL destinado a captar esta última en el caso en que se generaría en la estación MT/BT. El interés del segundo modo de realización de la figura 3 con respecto al primer modo de realización de la figura 2 se presentará a continuación, durante la descripción de cinco ejemplos de implementación de la invención.

20 En el caso de una primera señal CPL, la modificación de esta al nivel del elemento de transformación puede comprender una atenuación de la primera señal CPL, en concreto usando un filtro 17, por ejemplo, de tipo de paso bajo. Por ejemplo, el filtro de paso bajo está configurado para atenuar una primera señal CPL cuya frecuencia está comprendida en un rango entre 35 KHz y 55 KHz aproximadamente, en concreto del orden de 45 KHz, o comprendida en un rango entre 2 MHz y 30 MHz aproximadamente, en concreto del orden de 10 MHz, y para soportar un amperaje de la señal de potencia comprendido entre 35 A y 55 A aproximadamente. El filtro de paso bajo contiene un circuito eléctrico de tipo LC con al menos una bobina y al menos un condensador, configurados para realizar una atenuación de la señal de prueba del orden de 30 dB.

30 Las figuras 4 y 5 ilustran dos modos de realización de filtro de paso bajo para constituir el elemento de transformación. Este filtro debe poder dejar pasar toda la potencia eléctrica necesaria para la frecuencia de la señal de potencia. Por lo tanto, las bobinas en serie de este filtro deben poder mantener el amperaje correspondiente (45 A, por ejemplo). Este filtro pasivo no debe ser demasiado costoso ni demasiado voluminoso, ni bajar la impedancia de línea para la frecuencia útil usada por la comunicación CPL. Por ello se prefiere un filtro LC como se representa en la figura 4, sin excluir la posibilidad de un filtro en Π (PI) como se representa en la figura 5. Unos valores de Condensadores de 1 μ F y de bobinas de 200 μ H permiten obtener la atenuación buscada mientras se mantiene el amperaje. Los condensadores de 1 μ F son ventajosamente de clase X2.

Las bobinas deben aceptar una corriente permanente de 45 A, incluso si se saturan a partir de un cierto amperaje (a partir de 10 A, por ejemplo). Las bobinas pueden realizarse usando una ferrita de forma tórica,...

45 En este núcleo de ferrita, un bobinado de 69 espiras puede realizarse para obtener una bobina de 200 μ H y un campo B de 0,3 T para una corriente de 9,3 A (valor límite antes de saturación). La elección juiciosa de esta ferrita permite frenar el fenómeno de saturación (10 A) lo suficiente, mientras tiene un número no demasiado elevado de espiras (69 espiras). Por otro lado, para que el conductor acepte la intensidad máxima de corriente de 45 A de corriente máxima (con saturación), dos alambres de cobre de sección de 2,5 mm² pueden bobinarse en paralelo para realizar las 69 espiras.

50 En las figuras 2 y 3, la primera señal CPL como se detecta por CPL1 y presente al menos entre la entrada de potencia del contador y la entrada del filtro de paso bajo LC integrado en el contador (independientemente del hecho de que se genere en la estación MT/BT o en el módulo CPL1) se aplica a la entrada del filtro de paso bajo. Al estar este último configurado para realizar una atenuación de la primera señal CPL a su frecuencia, de ello resulta que la segunda señal situada entre la salida del filtro de paso bajo y la salida de potencia del contador incorpora la primera señal CPL como se modifica por el filtro de paso bajo. En la salida del filtro, se encuentra igualmente la señal de potencia que no se ve afectada por el filtro.

En el caso en que se coloca un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador, la primera señal CPL como se detecta por CPL1, además de aplicarse en la entrada del filtro de paso bajo, se deriva por mediación del shunt

5 hasta la salida de potencia del contador. De este modo, la segunda señal situada entre la salida del filtro de paso bajo y la salida de potencia del contador incorpora automáticamente, además de la primera señal CPL como se modifica por el filtro de paso bajo, la primera señal CPL no modificada por el filtro de paso bajo. De este modo, la segunda señal comprende la superposición de la primera señal modificada y la primera señal no modificada. La segunda señal comprende la primera señal modificada y la primera señal no modificada

Por el contrario, en el caso en que no se coloca ningún shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador, la segunda señal comprende la primera señal modificada, pero no la primera señal no modificada.

El conjunto de los elementos descritos anteriormente permite la implementación de un procedimiento que permite detectar un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador, que comprende las siguientes etapas de prueba:

- 10 - generación de una primera señal, por ejemplo, de tipo CPL,
 - modificación (por ejemplo, en forma de una atenuación) de la primera señal por un elemento de transformación (por ejemplo, el filtro de paso bajo LC) al nivel del contador entre la entrada y la salida de potencia del contador,
 - análisis de la segunda señal entre el elemento de transformación y la salida de potencia del contador,
 15 - deducción de la etapa anterior de la presencia o de la ausencia de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador.

20 El análisis de la segunda señal consistirá, en concreto, en evaluar la presencia o la ausencia de primera señal como no modificada (o alternativamente evaluar su nivel de potencia) en la segunda señal. Dicho de otro modo, la etapa de análisis puede comprender el examen de la presencia o la ausencia de detección, en la segunda señal, de una primera señal como no modificada. Alternativamente, la etapa de análisis puede comprender el examen del nivel de potencia de la primera señal (formada por la adición del componente modificado y del componente no modificado) en la segunda señal, deduciéndose la presencia de shunt en la etapa de deducción en el caso en que la diferencia entre este nivel y el nivel de potencia de la primera señal entre la entrada de potencia del contador y el elemento de transformación, es inferior a un umbral dado.

25 Para poder realizar un análisis de este tipo de la segunda señal en el caso en que la primera señal es de tipo CPL, los conductores entre la salida del filtro de paso bajo y la salida de potencia del contador pueden estar equipados con un módulo indicado CPL2 en las figuras 2 y 3 y conectado al controlador 14 y que incluye para este fin al menos un receptor de demodulación de la primera señal CPL. El módulo CPL2 funciona a las mismas frecuencias que el módulo CPL1 y funciona a diferentes frecuencias del módulo CPLO en la figura 3.

30 El caso de una ausencia de detección de primera señal no modificada en la segunda señal corresponde al caso en que la primera señal, por su atenuación gracias al filtro, está por debajo del umbral de sensibilidad de CPL2.

35 En el caso en que el análisis de la segunda señal comprende el examen del nivel de potencia de primera señal en la segunda señal, se preverá que el receptor del módulo CPL2 esté equipado con una función estandarizada "RSSI" para "Received Signal Strength Indication" en terminología anglosajona (en español, indicación de fuerza de señal recibida). En el caso en que la primera señal CPL no está generada por el módulo CPL1, también se podrá prever que el receptor del módulo CPL1 esté equipado con una función "RSSI". Esta función de un receptor CPL da acceso al nivel de potencia de la señal CPL que recibe y demodula, antes de modificación por el filtro.

40 Como complemento, se puede prever determinar las intensidades de las corrientes que circulan en los conductores de potencia entre las entrada y salida de potencia del contador y/o su suma. Esta etapa puede servir a continuación para deducir la eventual presencia de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador. En efecto, por esta determinación, se puede observar eventualmente un desequilibrio entre una o varias de las fases y el neutro, en concreto en caso de shunt con la ayuda de un solo alambre conductor entre las entrada y salida de potencia del contador. Siendo la primera señal CPL en concreto una señal diferencial entre una fase y el neutro, por lo tanto, el contador puede comprender un sistema de medición diferencial que señala al controlador 14 una diferencia entre la corriente de fase(s) y la corriente de neutro. La etapa de determinación de las intensidades también puede servir para
 45 la implementación de una etapa posterior de verificación de que las intensidades no excedan un valor límite más allá del que se pospone la aplicación de las etapas de generación, de modificación, de análisis y de deducción del procedimiento de detección. En efecto, más allá de una cierta intensidad de la corriente, el rendimiento del filtro puede ser insuficiente (como se explica a continuación).

50 En lo anterior, las etapas pueden realizarse ventajosamente de forma automática de manera periódica, por mediación del controlador 14 integrado en el contador, por ejemplo, cada 20 minutos.

También se puede prever el uso del shunt colocado por el infractor como soporte de comunicación que permite identificarlo, a través del identificador de contador derivado. Después de la localización del infractor, ventajosamente se hace posible comunicar las coordenadas a las administraciones o a los vendedores de energía.

55 De manera más precisa, por una identificación de un contador de lectura de consumo colocado en una red de distribución de electricidad y para el que la presencia de un shunt se ha detectado entre la entrada y la salida de potencia implementando un procedimiento de detección como se ha presentado anteriormente, se hace posible localizar, en la red, un fraude por derivación del contador.

Esta identificación puede comprender en concreto la transmisión de un mensaje, por ejemplo, un mensaje de alerta, por un transmisor integrado en el contador. En el primer modo de realización (figura 2), el transmisor del mensaje es el módulo CPL1. En el segundo modo de realización (figura 3), el transmisor del mensaje es el módulo CPLO, que funciona, por ejemplo, a frecuencias significativamente inferiores a las frecuencias de funcionamiento de los módulos CPL1 y CPL2. La transmisión del mensaje se hace con destino a un receptor de la estación MT/BT de la red aguas arriba del contador. El mensaje también podría ser de naturaleza radioeléctrica.

El dispositivo de detección se puede integrar de manera más global en un sistema general de transferencia de información con procedencia de los contadores que permite funciones más generales denominadas de "smart grid" (en español, redes inteligentes).

Las tecnologías de CPL se usan hoy en día como medio de comunicación y no para detectar localmente la presencia de un shunt. De este modo, la invención prevé desviar ampliamente la tecnología CPL de su uso estándar.

Con el fin de desalentar a los infractores, la información de fraude se puede hacer visible en el contador mediante un testigo que indica el fraude.

La invención se comprenderá mejor con la ayuda de cinco ejemplos de implementación de la invención.

Los primeros cuatro ejemplos explotan el contador en la figura 2 y el quinto ejemplo usa el contador de la figura 3. Los primero y tercero ejemplos difieren entre sí por la ubicación del elemento de generación de la primera señal CPL (respectivamente en la estación MT/BT o en el contador él mismo). Los segundo y cuarto ejemplos son unas variantes respectivamente de los primero y segundo ejemplos para las que los módulos CPL1 y CPL2 tienen una función RSSI. El quinto ejemplo es una variación del cuarto ejemplo, con el uso de módulos CPL1 y CPL2 para la prueba de detección que funciona a frecuencias significativamente superiores a la del módulo CPLO usada para las comunicaciones con la estación MT/BT.

En el primer ejemplo, el receptor del módulo CPL1 recibe la primera señal CPL con procedencia de la estación MT/BT. Si el shunt no está colocado, el receptor del módulo CPL2 observará la ausencia de la primera señal CPL en la segunda señal (debido a su atenuación en el filtro de paso bajo por debajo del umbral de detección de CPL2) durante la recepción de los mensajes por el receptor del módulo CPL1. Se trata entonces de un uso normal de este contador y no se subirá ningún mensaje de alerta hacia la estación MT/BT. Por el contrario, si el shunt está colocado, la primera señal CPL como no atenuada también será recibida por el receptor del módulo CPL2 que va a indicar entonces al controlador 14 esta anomalía y un mensaje de alerta CPL podrá ser enviado con destino a la estación MT/BT por el transmisor del módulo CPL1 para notificar la anomalía.

Sin embargo, este modo de realización necesita la colocación de un filtro de paso bajo casi perfecto. En efecto, la estación MT/BT puede situarse o bien lejos del contador, o bien relativamente cerca de él. La primera señal CPL inyectada en la línea al nivel de la estación MT/BT puede ser del orden de magnitud de 10 dBm en una carga de 50 ohm, por ejemplo. En caso de proximidad entre la estación MT/BT y el contador, la señal recibida por el módulo CPL1 puede atenuarse del orden de 20 dB y ser del orden de - 10 dBm. Teniendo el receptor CPL2, a su vez, una sensibilidad de -70 dBm, el filtro debe atenuar en más de 60 dB la señal útil.

En el segundo ejemplo, el receptor del módulo CPL1 recibe la primera señal CPL con procedencia de la estación MT/BT. Los receptores de los módulos CPL1 y CPL2 poseen cada uno una función de tipo RSSI que permite medir el nivel de la primera señal CPL respectivamente aguas arriba y aguas abajo del filtro de paso bajo. Si el shunt está colocado, la primera señal CPL será recibida por el receptor del módulo CPL2 con más o menos el mismo nivel de potencia que el receptor del módulo CPL1 (niveles RSSI casi idénticos). Los receptores de los módulos CPL1 y CPL2 van a subir al controlador 14 su nivel de RSSI medidos. El controlador, observando que estos dos niveles son más o menos equivalentes, informará esta anomalía mediante un mensaje CPL de alerta que podrá ser enviado con destino a la estación MT/BT por el transmisor del módulo CPL1. Si, por el contrario, el shunt no está colocado, el nivel de primera señal CPL recibida por el receptor del módulo CPL2 será ampliamente inferior al nivel recibido por el receptor CPL1 (30 dB menos, por ejemplo). Los receptores de los módulos CPL1 y CPL2 van a subir al controlador 14 su nivel de RSSI medidos. El controlador, observando que estos dos niveles son ampliamente diferentes, no va a activar un mensaje de alerta hacia la estación MT/BT.

Este modo de realización necesita unos receptores CPL de sensibilidad casi igual es precisa. En efecto, en realidad, la sensibilidad de los receptores PLC puede garantizarse a +/-3dB. Si se coloca un shunt en un contador en la extremidad de la línea (límite de alcance), para una señal CPL por los receptores de los módulos CPL1 y CPL2 de - 72 dBm, la señal sería vista por el receptor del módulo CPL1 que tendría una sensibilidad de -73 dBm y no sería vista por el receptor del módulo CPL2 que tendría una sensibilidad de -68 dBm. De este modo, se pueden encontrar casos límites y raros para los que la anomalía corre el riesgo de ser mal detectada.

Es para superar estos riesgos por lo que se consideran los siguientes tres modos.

El tercer ejemplo considera el caso de una generación de la primera señal CPL por el transmisor del módulo CPL1. El análisis de la segunda señal se practica mediante evaluación simple de la presencia o no de la primera señal en la segunda señal. Las figuras 6 y 7 consideran este caso particular, indicando respectivamente los principios eléctricos

de un transmisor y receptor PLC, luego estos principios en caso de conexión en una línea de corriente de impedancia R_l .

5 En la figura 6, un transmisor CPL transmite una potencia P_s estando cargado en una carga R_n estandarizada. V_g y R_n son respectivamente los valores de la tensión y de la resistencia del generador de Thevenin equivalente al generador CPL. Esta resistencia R_n en serie del generador de Thevenin es igual a la resistencia estandarizada R_n , convencionalmente de valor 50Ω .

En la figura 7, o bien una línea de corriente que presenta una impedancia R_l en la ubicación en que se conectan a la vez un transmisor CPL y un receptor CPL de impedancia R_n .

10 O bien P_r la potencia recibida por el receptor CPL.
Se puede demostrar que $P_r = 20 \log [2 / (2 + R_n/R_l)] + P_s$

A continuación, una tabla de aplicación numérica para diferentes valores de cargas presentadas por la línea.

Ps(dBm)	10	10	10	10	10	10	10
Rn(ohm)	50	50	50	50	50	50	50
Rl(ohm)	1000	100	10	4	3	2	1
Pr(dBm)	9,79	8,06	-0,88	-7,21	-9,40	-12,61	-18,30

15 Este cálculo rápido muestra que incluso para valores de impedancia de línea superiores a 3Ω (lo que constituye una impedancia de línea ya muy baja), la señal recibida por el receptor CPL es superior a la señal CPL transmitida por el transmisor atenuado en 20 dB. De este modo, eligiendo un filtro de paso bajo de 30 dB de atenuación, si en el momento de la prueba el transmisor del módulo CPL1 inyecta una señal 25 dB por encima del umbral de sensibilidad del receptor CPL2, es decir, -45 dBm, se obtienen los siguientes resultados:

- para una impedancia de línea de 1000Ω , una señal recibida por el receptor del módulo CPL2 de -45 dBm en caso de shunt (por lo tanto, se detectará el fraude) y de -75 dBm (por lo tanto, por debajo del umbral de sensibilidad) si no hay shunt.
- 20 - para una impedancia de línea de 3Ω , una señal recibida por el receptor del módulo CPL2 de -65 dBm en caso de shunt (por lo tanto, se detectará el fraude) y de -95 dBm (por lo tanto, por debajo del umbral de sensibilidad) si no hay shunt.

De este modo, para impedancias de líneas realistas (es decir, al menos superiores a 3Ω), con un filtro de paso bajo que atenúa en 30 dB en la banda útil, el sistema permite detectar el fraude, sin recurrir a la función "RSSI".

25 El cuarto ejemplo difiere del tercero por la hipótesis adicional de que la función "RSSI" es accesible en el módulo CPL2, que hace la detección aún más robusta.

30 El transmisor del módulo CPL1 transmite una primera señal CPL periódica (por ejemplo, cada 20 min) de un nivel de potencia conocido a una frecuencia portadora conocida. El módulo CPL2 usa su función de medición "RSSI" para medir el nivel de potencia de la primera señal en la primera señal. El receptor del módulo CPL2 recibe solamente la primera señal después de atenuación por el filtro cuando no hay shunt. Por el contrario, cuando hay colocación de un shunt, la primera señal en la segunda señal se compone de la primera señal como no atenuada por el filtro además de la primera señal como atenuada. Después de la detección de un nivel de potencia de la primera señal en la segunda señal anormalmente elevada, el contador va a transmitir hacia la estación MT/BT un mensaje de alerta indicando el identificador del contador eléctrico que se ha shuntado (usando la comunicación de tipo Smart Grid entre el módulo CPL1 y la estación MT/BT).

40 Antes de efectuar la prueba considerada en el procedimiento de detección, el controlador 10 del contador asegura que la intensidad de los conductores de potencia que transitan a través del contador es inferior a un cierto valor (10 A, por ejemplo) con el fin de asegurar que las bobinas del filtro de paso bajo no están saturadas y que el filtro atenúa bien en el valor conocido (30 dB, por ejemplo). Si la corriente que atraviesa el contador es demasiado fuerte, se pospone la prueba.

45 Cuando se cumple la condición anterior, el transmisor del módulo CPL1 transmite una primera señal CPL de un nivel conocido (100 dB μ V, por ejemplo) a una frecuencia conocida (45 kHz, por ejemplo). El módulo CPL2 en las condiciones normales solo recibirá una primera señal atenuada en el valor del filtro (30 dB) y, por lo tanto, la señal esperada será de aproximadamente 70 dB μ V, por ejemplo (valor medido gracias a la función RSSI). Cuando el contador está shuntado, la primera señal recibida y medida por el módulo CPL2 (valor dado por el RSSI) será prácticamente de 100 dB μ V.

El quinto ejemplo usa el contador inteligente de la figura 3. Para disminuir el tamaño del filtro de paso bajo, es

interesante aumentar la frecuencia de la primera señal CPL de 45 KHz a 10 MHz, por ejemplo, teniendo cuidado de prever un transmisor del módulo CPL1 y un receptor del módulo CPL2 adaptados a esta frecuencia de 10 MHz. De este modo, la frecuencia de corte del filtro de paso bajo será mucho mayor. Una modulación de tipo ASK o FSK en una portadora en la banda de 2 MHz a 30 MHz es ampliamente suficiente. Esta solución es más económica y menos voluminosa.

El módulo CPLO sirve para las comunicaciones con la estación MT/BT y funciona en frecuencias de la banda CENELEC-A. El módulo CPL1 comprende un transmisor CPL simple que funciona en las bandas de frecuencia altas (por ejemplo, 10 MHz). El módulo CPL2 comprende un receptor CPL simple que funciona en las bandas de frecuencia altas (por ejemplo, 10 MHz) para demodular la primera señal CPL con procedencia del módulo CPL1 (a través del filtro de paso bajo y eventualmente a través del shunt). Una función RSSI está disponible en el módulo CPL2, que hace la detección robusta.

El transmisor del módulo CPL1 transmite una primera señal CPL de prueba periódica (por ejemplo, cada 20 min) de un nivel de potencia conocido a una frecuencia portadora conocida. El receptor del módulo CPL2 usa su función de medición RSSI para medir el nivel de potencia de la primera señal en la segunda señal. Recibe solo la primera señal CPL como atenuada por el filtro cuando no hay presencia de shunt. Por el contrario, en caso de presencia de shunt, la primera señal en la segunda señal se compone de la primera señal como no atenuada por el filtro además de la primera señal como atenuada. Después de la detección de un nivel de potencia de la primera señal en la segunda señal anormalmente elevada, el contador va a transmitir hacia la estación MT/BT un mensaje de alerta indicando el identificador del contador eléctrico que se ha shuntado (usando la comunicación de tipo Smart Grid entre el módulo CPL1 y la estación MT/BT).

Antes de efectuar la prueba considerada en el procedimiento de detección, el controlador 10 de contador asegura que la intensidad de los conductores de potencia que transitan a través del contador es inferior a un cierto valor (10 A, por ejemplo, a la frecuencia útil de 10 MHz) con el fin de asegurar que las bobinas del filtro de paso bajo no están saturadas y que el filtro atenúa bien en el valor conocido (30 dB, por ejemplo). Si la corriente que atraviesa el contador es demasiado fuerte, se pospone la prueba.

Cuando se cumple la condición anterior, el transmisor del módulo CPL1 transmite una primera señal CPL de un nivel conocido (100 dB μ V, por ejemplo) a su frecuencia de funcionamiento (10 MHz, por ejemplo). El módulo CPL2 en las condiciones normales solo recibirá una primera señal atenuada en el valor del filtro (30 dB) y, por lo tanto, la señal esperada será de aproximadamente 70 dB μ V, por ejemplo (valor medido gracias a la función RSSI). Cuando el contador está shuntado, la primera señal recibida y medida por el módulo CPL2 (valor dado por el RSSI) será prácticamente de 100 dB μ V.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de un shunt (15) entre la entrada (11) y la salida de potencia (12) de un contador (10) de consumo eléctrico, que comprende las siguientes etapas de prueba:
 - 5 - generación de una primera señal en forma de una corriente portadora en línea,
 - modificación de la primera señal por un elemento de transformación al nivel del contador entre la entrada y la salida de potencia del contador, siendo dicho elemento un filtro (17) que atenúa la primera señal,
 - análisis de una segunda señal entre el elemento de transformación y la salida de potencia del contador mediante el uso de un indicador de nivel de potencia de un receptor de corriente portadora en línea,
 - 10 - deducción de la etapa anterior de la presencia o de la ausencia de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador.
2. Procedimiento de detección según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende una etapa de determinación de las intensidades de las corrientes que circulan en conductores de potencia entre las entrada (11) y salida (12) de potencia del contador, dicha etapa de determinación determina valores individuales de corriente y/o una suma vectorial de las corrientes y/o un valor diferencial.
- 15 3. Procedimiento de detección según la reivindicación 2, **caracterizado porque** comprende una etapa de deducción, a partir de la etapa de determinación, de la presencia de un shunt (15) entre la entrada y la salida de potencia del contador.
4. Procedimiento de detección según una de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado porque** comprende una etapa de verificación de que las intensidades no excedan un valor límite más allá del que se pospone la aplicación de las etapas de prueba de la reivindicación 1.
- 20 5. Procedimiento de detección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el filtro es de tipo de paso bajo.
6. Procedimiento de detección según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la etapa de análisis comprende el examen de la presencia o la ausencia de detección en la segunda señal de primera señal no modificada, deduciéndose la presencia de shunt (15) en la etapa de deducción en caso de una presencia de detección.
- 25 7. Procedimiento de detección según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la etapa de análisis comprende el examen del nivel de potencia de primera señal en la segunda señal, deduciéndose la presencia de shunt en la etapa de deducción en el caso en que la diferencia entre el nivel de potencia de la primera señal en la segunda señal y el nivel de potencia de la primera señal entre la entrada de potencia del contador y el elemento de transformación es inferior a un umbral dado.
- 30 8. Procedimiento de localización, en una red de distribución de electricidad, de un fraude por derivación de un contador de lectura de consumo colocado en la red, **caracterizado porque** comprende una etapa de identificación de un contador para el que la presencia de un shunt ha sido detectado entre la entrada y la salida de potencia implementando un procedimiento de detección según una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 35 9. Procedimiento de localización según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la etapa de identificación comprende la transmisión de un mensaje por un transmisor integrado en el contador.
10. Procedimiento de localización según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el transmisor del mensaje es un módulo que comprende un transmisor de generación de la primera señal y/o un receptor de demodulación de la primera señal.
- 40 11. Procedimiento de localización según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el transmisor del mensaje funciona a diferentes frecuencias de un módulo integrado en el contador y que comprende un transmisor de generación de la primera señal y/o un receptor de demodulación de la primera señal.
12. Dispositivo de detección de un shunt entre una entrada y una salida de potencia de un contador de consumo eléctrico, **caracterizado porque** comprende unos medios (14) de software y/o hardware que implementan un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11 que comprende:
 - 45 - un elemento de generación de una primera señal en forma de una corriente portadora en línea
 - un elemento de transformación que modifica la primera señal al nivel del contador entre la entrada y la salida de potencia del contador, siendo dicho elemento un filtro (17) que atenúa la primera señal,
 - 50 - un elemento de análisis de una segunda señal entre el elemento de transformación y la salida de potencia del contador mediante el uso de un indicador de nivel de potencia de un receptor de corriente portadora en línea,
 - y un elemento de deducción de la presencia o de la ausencia de un shunt entre la entrada y la salida de potencia del contador.
13. Dispositivo de detección según la reivindicación 12, **caracterizado porque** comprende un elemento de determinación de las intensidades de las corrientes que circulan en los conductores de potencia entre las entrada y

salida de potencia del contador, dicha etapa de determinación determina valores individuales de corriente y/o una suma vectorial de las corrientes y/o un valor diferencial.

14. Contador de consumo eléctrico, **caracterizado porque** comprende todo el dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 12 o 13.

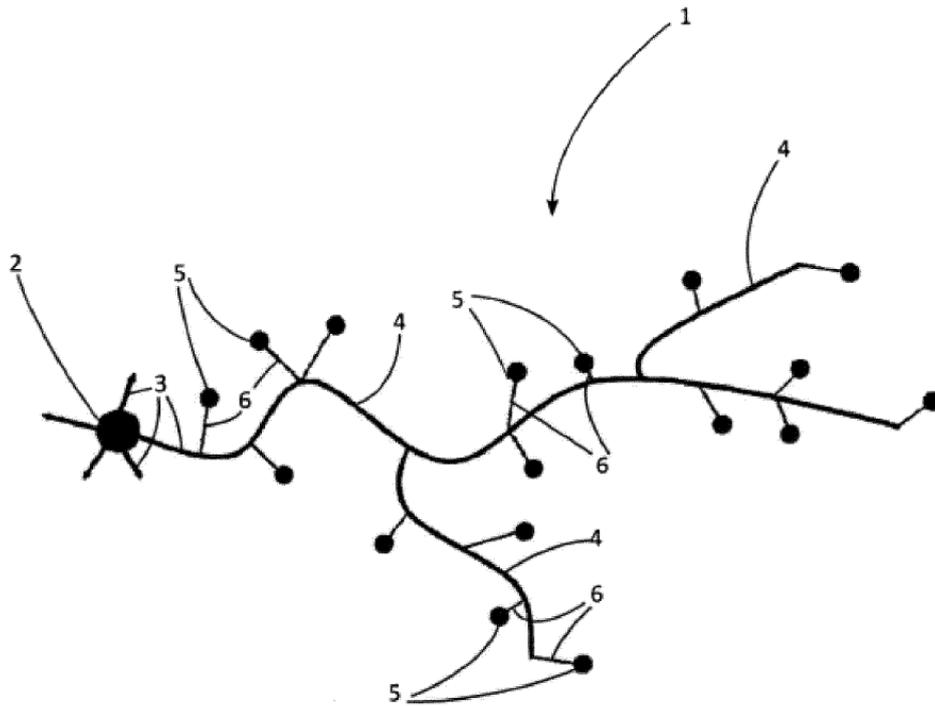


Figura 1

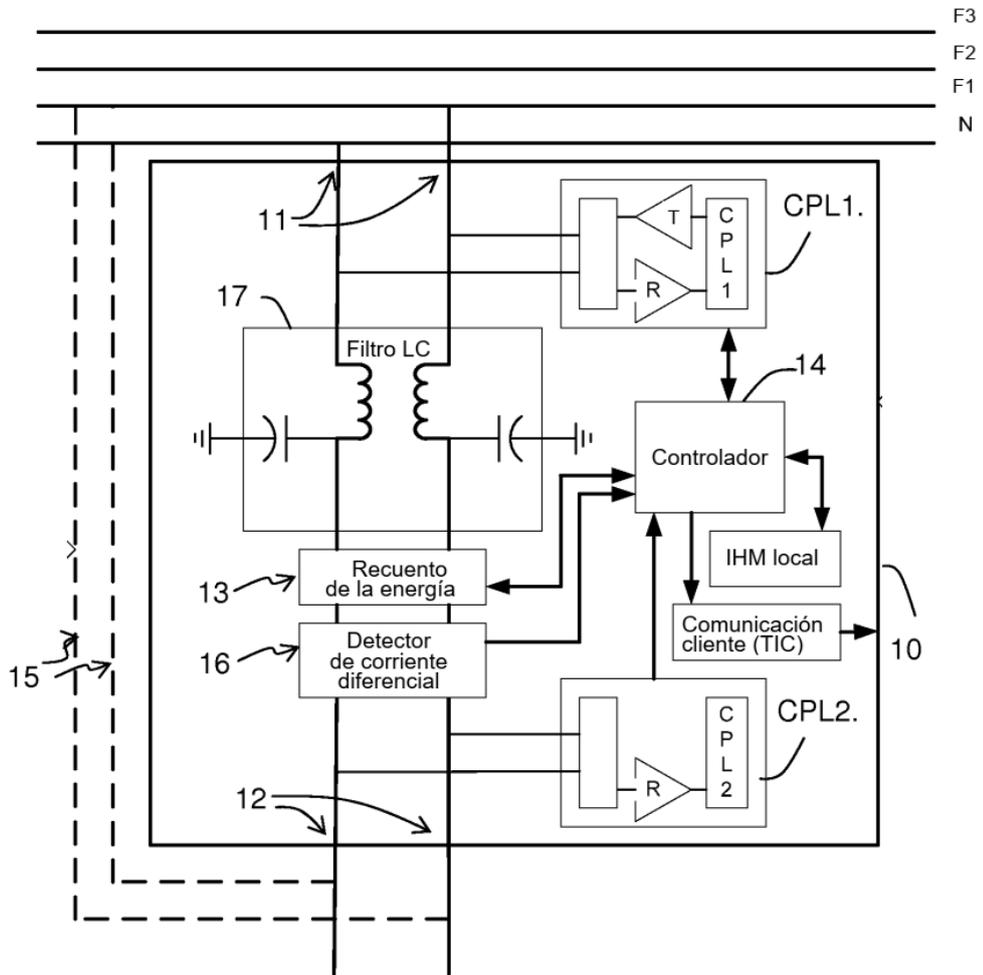
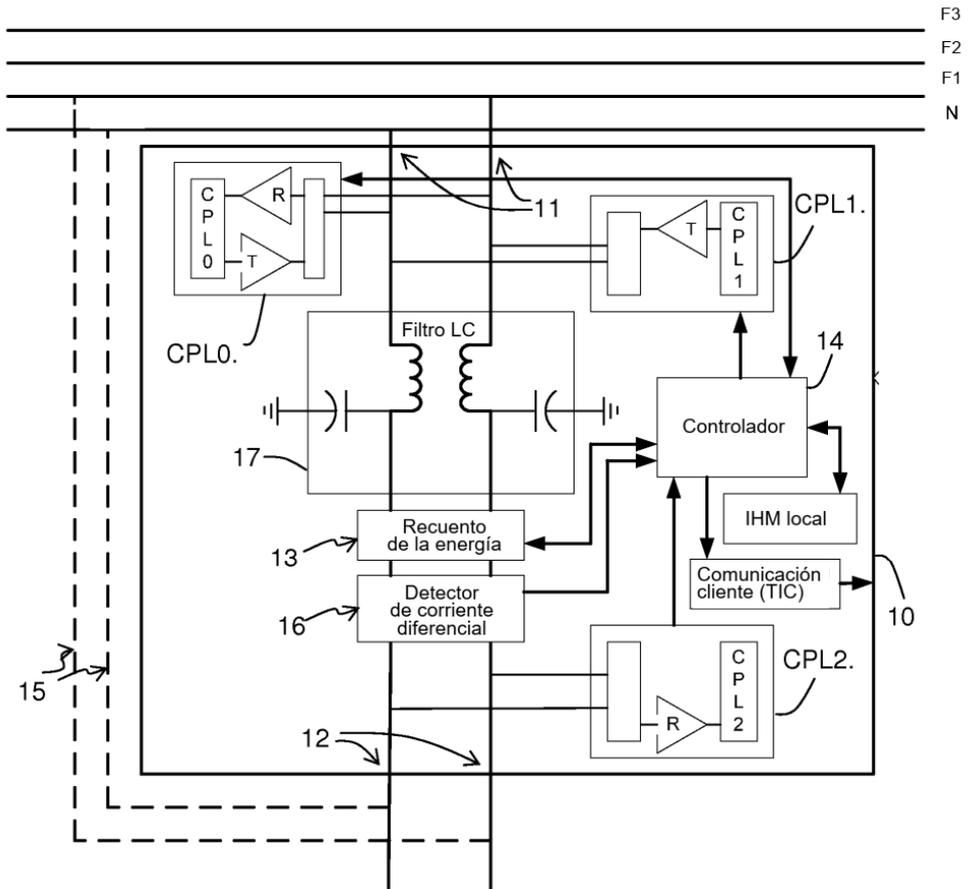


Figura 2



F3
F2
F1
N

Figura 3

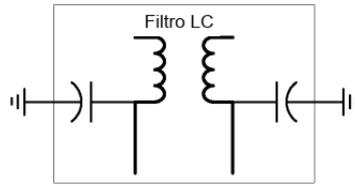


Figura 4

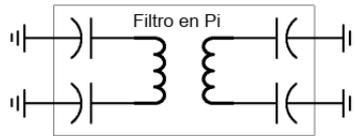


Figura 5

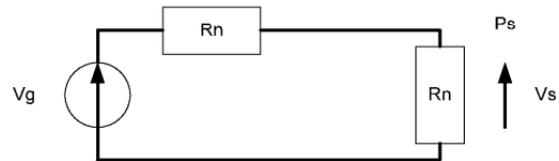


Figura 6

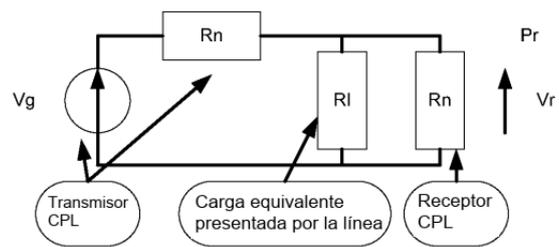


Figura 7