

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 615**

51 Int. Cl.:

**H04B 3/54** (2006.01)

**G01D 4/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2011** **E 11190320 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2455719**

54 Título: **Sistema y procedimiento para proporcionar energía eléctrica a un vatímetro conectado a una línea eléctrica**

30 Prioridad:

**23.11.2010 US 416454 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.02.2015**

73 Titular/es:

**CORINEX COMMUNICATIONS CORPORATION  
(100.0%)  
Suite 1000 - 1090 W Pender Street  
Vancouver, British Columbia V6E 2N7, CA**

72 Inventor/es:

**SOBOTKA, PETER;  
SHI, XIAO MING y  
LONG, YAN**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 528 615 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**

Sistema y procedimiento para proporcionar energía eléctrica a un vatímetro conectado a una línea eléctrica.

**5 Campo de la divulgación**

La presente divulgación descrita en la presente memoria se refiere a un sistema y a un procedimiento para proporcionar energía eléctrica a un contador de energía eléctrica (tal como un contador de electricidad) conectado a una red de línea eléctrica, tales como líneas de energía eléctrica municipales de suministro de energía eléctrica a viviendas.

**Antecedentes**

Las redes de líneas de energía eléctrica suministran energía eléctrica procedente de una fuente de alimentación (por ejemplo, una central hidroeléctrica) a una red de sedes de clientes residenciales y comerciales. La energía eléctrica transmitida a través de líneas de transmisión de la red puede distribuirse a las sedes a través de una serie de subredes. Unos contadores dispuestos en las sedes supervisan el consumo de energía eléctrica, con lo cual facilitan datos de consumo para fines de facturación. Algunos contadores ofrecen transmisiones remotas automáticas de datos de lectura a una ubicación central, tal como una cabecera de la red eléctrica. Dichos contadores presentan capacidades limitadas.

La patente US nº 6.665.620 divulga un sistema de comunicación para un contador de electricidad que presenta una fuente de alimentación primaria, que incluye un circuito de comunicación primario y un circuito de comunicación secundario. La fuente de alimentación primaria puede funcionar para recibir energía eléctrica primaria de una fuente de alimentación primaria y generar una energía eléctrica de derivación primaria desde la misma. El circuito de comunicación primario puede funcionar para llevar a cabo comunicaciones externas cuando la energía eléctrica primaria procedente de la fuente de energía eléctrica primaria está presente. El circuito de comunicación secundario puede funcionar para llevar a cabo las comunicaciones externas cuando la energía eléctrica primaria procedente de la fuente de energía eléctrica primaria es interrumpida.

**Sumario de la divulgación**

La presente divulgación da a conocer un servidor tal como el descrito en la reivindicación 1. También se divulga un procedimiento según la reivindicación 6. Las características ventajosas se exponen en las reivindicaciones subordinadas.

En un primer aspecto, se proporciona un contador para monitorizar el uso de la energía eléctrica proporcionada por un sistema de transmisión de energía eléctrica a un sitio. El contador comprende: un módulo contador conectado a una fuente de una alimentación asociada con el sistema de transmisión eléctrica para facilitar lecturas relativas a la energía eléctrica; un módulo de mensajería para enviar mensajes al sistema de transmisión eléctrica; una conexión con una fuente de alimentación de corriente alterna (CA); un circuito rectificador conectado a la fuente de alimentación CA a fin de generar una señal de energía eléctrica de corriente continua (CC); un circuito capacitivo conectado a una salida del circuito rectificador, comprendiendo el circuito capacitivo un condensador para almacenar una tensión y ofrecer temporalmente una energía eléctrica de sustitución para el circuito rectificador y un circuito regulador de conmutación conectado a la salida del circuito rectificador y el circuito capacitivo, convirtiendo el regulador de conmutación la señal de tensión CC en una señal de tensión reducida para el módulo contador.

En el contador, ante un fallo de la fuente de alimentación CA, el circuito capacitivo puede suministrar una tensión al regulador de conmutación a través del condensador y una red de resistencias.

En el contador, el módulo de mensajería puede generar y enviar un mensaje al sistema de transmisión eléctrica en el que se avisa sobre un fallo de fuente de alimentación CA.

En el contador, el módulo contador mantiene un reloj interno para la sincronización con un reloj mantenido por una cabecera.

En el contador, tras el restablecimiento de la fuente de alimentación CA, el reloj interno puede sincronizarse con el valor del reloj mantenido por la cabecera.

El contador puede comprender además: un circuito de detección de tensión conectado al circuito capacitivo para detectar una condición de tensión baja cuando una salida del circuito capacitivo desciende por debajo de un umbral operativo para el contador y generar una señal de tensión baja tras la detección del descenso; y un módulo de generación de mensajes para recibir la señal de tensión baja y para generar un mensaje de pérdida de energía eléctrica para su transmisión al circuito conectado con el circuito capacitivo para el sistema de transmisión de energía.

En el contador, el mensaje de pérdida de energía eléctrica puede transmitirse en una portadora de mensaje que presenta una frecuencia de portadora de entre aproximadamente 2 MHz y 30 MHz para salvar una discontinuidad en el sistema de transmisión eléctrica,

- 5 En el contador, tras la detección de la condición de tensión baja, el módulo contador puede llevar la cuenta de un tiempo no sincronizado para el contador, en el que el tiempo no sincronizado empieza en un tiempo asociado con la detección de la condición de tensión baja.

10 Cuando se reinicia el contador, el módulo contador puede comparar el tiempo no sincronizado con un reloj mantenido por una cabecera.

15 En un segundo aspecto, se divulga un procedimiento para supervisar el consumo de energía eléctrica suministrada a una sede por un sistema de transmisión eléctrica. El procedimiento comprende: carga de un circuito capacitivo situado entre un circuito rectificador conectado a una fuente de alimentación CA para el contador que genera una señal de energía eléctrica CC para el contador y un circuito regulador de conmutación conectado a la salida del circuito rectificador, convirtiendo el regulador de conmutación la señal de tensión CC en una señal de tensión reducida para el módulo contador; y ante un fallo de la fuente de alimentación CA descarga del circuito capacitivo para suministrar una tensión al regulador de conmutación.

20 El procedimiento puede comprender además la generación y el envío de un mensaje al sistema de transmisión eléctrica desde el contador, en el que se avisa sobre el fallo de la fuente de alimentación CA.

25 El procedimiento puede comprender además: mantenimiento de un reloj interno en el contador para la sincronización con un reloj mantenido por una cabecera, y ajuste del reloj interno con el reloj mantenido por la cabecera cuando se detecta una discrepancia entre el reloj interno y el reloj mantenido por la cabecera.

30 El procedimiento puede comprender además: detección de una condición de tensión baja cuando una salida del circuito capacitivo desciende por debajo de un umbral operativo para el contador; y generación y envío de un mensaje de pérdida de energía eléctrica tras la detección de la condición de tensión baja al sistema de transmisión eléctrica. En el procedimiento, el mensaje de pérdida de energía eléctrica puede transmitirse en una portadora de mensaje que presenta una frecuencia de portadora de entre aproximadamente 2 MHz y 30 MHz para salvar una discontinuidad en el sistema de transmisión eléctrica.

35 En un tercer aspecto, un procedimiento para comunicarse desde una ubicación central a través de líneas de transmisión de energía eléctrica en una red eléctrica con una pluralidad de contadores. La red eléctrica comprende una primera red eléctrica que proporciona energía eléctrica a un primer nivel de tensión y una segunda red eléctrica conectada a la primera red. La segunda red distribuye energía eléctrica a un segundo nivel de tensión hasta una ubicación remota, en la que el segundo nivel de tensión es inferior al primer nivel de tensión. El procedimiento comprende: a partir de un servidor asociado con la ubicación central, obtener actualizaciones de estado procedentes de los contadores mediante la transmisión de mensajes de difusión a la primera red destinada a suministrar a un conjunto de contadores, siendo un conjunto de mensajes de difusión transmitidos en bloque de mensajes, siendo una parte del conjunto de mensajes de difusión enviada a los contadores en la segunda red; monitorizar las respuestas en la parte del conjunto de mensajes de difusión desde los contadores en la segunda red; y transmitir un segundo conjunto de mensajes de difusión a la primera red destinada a la entrega a un segundo conjunto de contadores, cuando las respuestas en la parte del conjunto de mensajes de difusión coinciden por lo menos con el tamaño del segundo conjunto. En el procedimiento, el primer conjunto de contadores tiene un número menor que un índice de carga actual para servidor que procesa las respuestas.

50 En el procedimiento, cuando los contadores en la segunda red reciben un conjunto de mensajes de difusión, los contadores pueden generar y enviar mensajes de estado al servidor.

En el procedimiento, el índice de carga actual puede basarse en un tiempo actual del servidor.

55 En un cuarto aspecto, está previsto un sistema de transmisión de datos para comunicarse con contadores en ubicaciones remotas a través de líneas de transmisión de energía eléctrica. El sistema comprende: una primera red eléctrica que suministra energía eléctrica a un primer nivel de tensión; un servidor conectado a la primera red, comunicándose el servidor con una pluralidad de contadores que se comunican con la primera red; una segunda red eléctrica que está conectada a la primera red y distribuye energía eléctrica a un segundo nivel de tensión a las ubicaciones remotas, siendo el segundo nivel de tensión inferior al primer nivel de tensión; y una pasarela que conecta la primera red con la segunda red, retransmitiendo la pasarela unos mensajes desde la primera red hasta un subconjunto de contadores de la segunda red y retransmitiendo mensajes de respuesta al mensaje difundido desde el subconjunto de contadores al servidor. En el sistema, las comunicaciones de datos de bajada y de subida se codifican en señales del protocolo de Internet (IP) en la red de transmisión de energía eléctrica.

65 En el sistema, el servidor puede transmitir unos mensajes de difusión a la primera red, de tal forma que se transmiten unos conjuntos de mensajes de difusión en bloques y se envía un conjunto de mensajes a la segunda

red; y la pasarela puede recibir el conjunto de mensajes y puede reenviarlo a unos contadores de la segunda red.

En el sistema, cuando los contadores de la segunda red reciben un conjunto de mensajes de difusión, los contadores pueden generar y enviar mensajes de estado al servidor.

5 En el sistema, el servidor puede definir un tamaño para los conjuntos de la pluralidad de mensajes de difusión y los intervalos que van a estar presentes en un índice de carga para el servidor.

10 En el sistema, los mensajes de estado pueden comprender unos datos acumulativos almacenados en la memoria de los contadores.

En el sistema, los contadores pueden presentar una interfaz para una conexión con Internet a través de la red de transmisión de energía eléctrica.

15 En el sistema, el servidor puede supervisar las respuestas al conjunto de mensajes de difusión y puede retransmitir el conjunto de mensajes de difusión a la segunda red si el número de respuestas está por debajo de un umbral.

20 En el sistema, el servidor puede supervisar las respuestas al conjunto de mensajes de difusión y puede transmitir mensajes individuales a los contadores que no responden en la segunda red si las respuestas están dentro de un umbral.

25 En un quinto aspecto, se divulga un contador para supervisar el consumo de energía eléctrica suministrada a una sede por un sistema de transmisión eléctrica. El contador comprende: un módulo de comunicación para generar comunicaciones transmitidas a través del sistema de transmisión eléctrica; un módulo administrador de peticiones para procesar los mensajes recibidos a través del módulo de comunicación desde una cabecera asociada con el sistema de transmisión eléctrica; un módulo contador conectado a una alimentación asociada con el sistema de transmisión eléctrica para facilitar unas lecturas relativas a la energía eléctrica consumida en la sede; un módulo administrador de conexión para evaluar las lecturas y los datos relativos al consumo de energía eléctrica anterior en la sede y para generar señales de conexión con el sistema de transmisión eléctrica en vista de las lecturas para el contador; y un relé que presenta una primera posición en la que la energía eléctrica está conectada a la sede y una segunda posición en la que la energía eléctrica está desconectada de la sede, siendo controlado el relé por las señales de conexión. Para el contador, el módulo administrador de conexión genera una primera señal para que el relé desconecte la energía eléctrica cuando el contador ha detectado o ha sido avisado sobre una condición de sobretensión o sobreintensidad en el sistema de transmisión eléctrica.

35 En el contador, la condición de sobretensión puede comprender un umbral de valor de tensión durante un período de tiempo.

40 En el contador, el umbral del valor de tensión puede indicarse al contador por medio de un mensaje recibido a través del sistema de transmisión.

En el contador, el módulo administrador de conexión puede generar una segunda señal para que el relé conecte la energía eléctrica a la sede cuando el módulo contador ha detectado una condición de reinicio.

45 En el contador, el módulo administrador de conexión puede generar también la primera señal para que el relé conecte la energía eléctrica a la sede cuando el módulo contador ha detectado una condición de desconexión.

50 En el contador, el relé puede presentar además una tercera posición entre la primera y la segunda posiciones, suministrándose a la sede una proporción de la energía eléctrica disponible para la sede en la tercera posición.

El contador puede comprender además un módulo administrador de incidencias para evaluar las nuevas incidencias añadidas a una cola de mensajes recibidas por el contador.

55 El contador puede comprender además un módulo administrador de planificación para planificar la obtención de una pluralidad de lecturas del módulo contador y facilitar los resultados de la pluralidad de lecturas al módulo administrador de conexión.

60 En el contador, la pluralidad de lecturas puede llevarse a cabo de conformidad con una planificación ofrecida por el módulo administrador de planificación.

En el contador, el módulo administrador de planificación puede actualizar una tasa de consumo para las lecturas realizadas por el módulo contador como una planificación.

65 En el contador, el módulo administrador de peticiones puede procesar un mensaje de difusión recibido desde la cabecera relativo a un mandato conjunto para los contadores de una subred que comprende el contador.

En el contador, el módulo administrador de planificación puede sincronizar un reloj del contador con un tiempo del sistema administrado en la cabecera.

5 En un sexto aspecto, se divulga un procedimiento para supervisar el consumo de energía eléctrica suministrada a una sede por un sistema de transmisión eléctrica a través de un contador. El procedimiento comprende: obtención y almacenamiento de las lecturas para una alimentación asociada con la sede; evaluación de las lecturas y los datos relativos al consumo de energía eléctrica anterior en la sede; generación de señales de conexión con el sistema de transmisión de energía en vista de las lecturas para el contador; control de un relé que presenta una primera posición en la que la energía eléctrica está conectada con la sede y una segunda posición en la que la energía eléctrica está desconectada de la sede mediante las señales de conexión. En el procedimiento, una primera señal de conexión de las señales de conexión tiene por finalidad desconectar la energía eléctrica cuando el contador ha detectado o ha sido avisado sobre una condición de sobretensión o sobreintensidad en el sistema de transmisión eléctrica.

15 En el procedimiento, una segunda señal de conexión de las señales de conexión puede tener como finalidad la conexión de la energía eléctrica a la sede y se genera cuando se ha detectado una condición de reinicio.

20 En otro aspecto, se divulga un sistema para comunicarse con un contador situado en una ubicación remota a través de líneas de transmisión de energía eléctrica. El sistema comprende: una cabecera para recopilar y analizar datos del contador; una red de transmisión de energía eléctrica conectada al contador y a la cabecera; y una pasarela conectada a la red de transmisión de energía eléctrica. La red de transmisión de energía eléctrica suministra tanto energía eléctrica a la ubicación remota como comunicaciones de datos a las redes, la red de transmisión de energía eléctrica comprende una primera red que suministra una primera tensión y una segunda red conectada a la primera red y la ubicación remota, suministrando la segunda red una segunda tensión inferior a la primera tensión a la ubicación remota. La pasarela está situada en un puente entre la primera y la segunda redes. La pasarela ofrece un punto de comunicación de interfaz para las comunicaciones de datos entre la primera y la segunda redes; la pasarela reenvía las comunicaciones de datos entre la primera y la segunda redes sin ningún retardo real de la transmisión de las comunicaciones de datos motivado por el contenido. En la red, las comunicaciones de datos se transmiten a través de la red de transmisión de energía eléctrica de conformidad con las normas de comunicación del protocolo de Internet (IP), y la pasarela cumple con las normas de comunicación del IP. El sistema ofrece comunicaciones de alta velocidad en la transmisión de los mensajes entre la cabecera y el contador en tiempo real.

35 En el sistema, el contador puede ofrecer una interfaz en la ubicación remota para una conexión IP con Internet a través de la red de transmisión de energía eléctrica.

40 En el sistema, el contador puede obtener unas mediciones de señales de energía eléctrica relativas a las señales recibidas desde la red de transmisión de energía eléctrica; el contador puede enviar un mensaje que contiene datos relativos a las mediciones de señales de energía eléctrica a la cabecera; la cabecera puede analizar las mediciones de las señales de energía eléctrica enviadas a la cabecera para calcular una relación señal-ruido (SNR) de las señales recibidas en el contador, y la cabecera puede analizar la SNR para determinar unas características operativas de la red de transmisión de energía eléctrica.

45 La cabecera puede analizar las mediciones de señales de energía eléctrica enviadas a la cabecera para calcular un valor de respuesta en frecuencia de portadora (CFR) de las señales recibidas en el contador. La cabecera puede analizar el valor CFR para determinar unas características operativas de la red de transmisión de energía eléctrica.

En el sistema, el contador puede facilitar a la cabecera unas lecturas de datos en tiempo real desde un dispositivo situado en la ubicación remota.

50 En el sistema, el contador puede conectarse y desconectarse selectivamente de la red de transmisión de energía eléctrica.

55 En el sistema, el contador puede desconectarse de la red de transmisión de energía eléctrica cuando se detecta cualquiera de las condiciones siguientes: una condición de sobretensión de la red de transmisión de energía eléctrica; una condición de sobreintensidad de la red de transmisión de energía eléctrica o una manipulación del contador.

60 En el sistema, el contador puede comprender un circuito capacitivo de reserva de energía eléctrica para suministrar energía eléctrica residual al contador cuando se ha interrumpido el suministro de energía de la red de transmisión de energía eléctrica.

En el sistema, el contador puede presentar un reloj interno que se sincroniza periódicamente con un reloj mantenido por la cabecera.

65 En otro aspecto se divulga un procedimiento que incorpora las características anteriores.

En otros aspectos se dan a conocer diversas combinaciones y subcombinaciones de los aspectos anteriores.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 A continuación, se describirán formas de realización de la presente divulgación, a título de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- 10 la figura 1A es una vista general de una red que implementa una forma de realización de la presente divulgación que comprende una cabecera que se comunica con una pluralidad de contadores situados en unidades finales y una pasarela conectada entre las unidades finales y la cabecera;
- la figura 1B es una vista general de unos elementos de comunicación de datos de la red de la figura 1A;
- 15 la figura 1C es un diagrama de bloques del dispositivo de puentado de la figura 1B;
- la figura 2A es un diagrama esquemático de la cabecera representada en la figura 1A;
- la figura 2B es un diagrama de bloques de unas funciones de la cabecera de la figura 2A;
- 20 la figura 3A es un diagrama esquemático de unas características de un contador situado en una unidad final de la red de la figura 1A;
- la figura 3B es un diagrama esquemático de un módulo de reserva de energía eléctrica del contador de la figura 3A;
- 25 la figura 4 es un diagrama de flujo que representa un algoritmo de conexión utilizado por el contador de la figura 3A;
- la figura 5 es un diagrama de estados de una máquina de estados que implementa una función de desconexión para el contador de la figura 3A;
- 30 la figura 6 es un diagrama de flujo de un algoritmo para leer datos del contador de la figura 3A;
- la figura 7 es un diagrama de estados del algoritmo para la lectura del contador de la figura 6;
- 35 la figura 8 es un diagrama de línea de tiempo de las incidencias que se producen en la cabecera y un contador durante un ejemplo de configuración de lectura de contador en la red de la figura 1A;
- la figura 9 es otro diagrama de línea de tiempo de las incidencias que se producen en la cabecera y un contador durante un ejemplo de procedimiento de lectura de contador en la red de la figura 1A;
- 40 la figura 10 es otro diagrama de línea de tiempo de las incidencias que se producen en la cabecera y un contador durante un ejemplo de procedimiento de detección de manipulación del contador en la red de la figura 1A;
- 45 la figura 11 es un diagrama de flujo que representa un algoritmo de sincronización utilizado por el contador de la figura 3A;
- la figura 12 es un diagrama de flujo que representa un algoritmo de sincronización de reloj utilizado en el contador de la figura 3A;
- 50 la figura 13 es un diagrama de flujo que representa un algoritmo de medición de señales utilizado para detectar una condición en la red de la figura 3A;
- la figura 14 es una instantánea de una interfaz gráfica de usuario (GUI) de una configuración de recopilación de datos generada en una pantalla de un cliente asociado a la cabecera de la figura 3A;
- 55 la figura 15 es una instantánea de una GUI de enlace de comunicaciones generada en una pantalla de un cliente asociado a la cabecera de la figura 3A;
- 60 la figura 16 es una instantánea de una GUI de rendimiento generada en una pantalla de un cliente asociado a la cabecera de la figura 3A y
- la figura 17 es un diagrama de flujo que representa un algoritmo de recopilación/análisis de datos ejecutado en un cliente asociado a la cabecera de la figura 3A.
- 65

### Descripción detallada de una forma de realización

La descripción siguiente y las formas de realización que se describen en la presente memoria pretenden ilustrar uno o varios ejemplos de formas de realización particulares de los principios de la presente divulgación. Estos ejemplos no se facilitan con el propósito de limitar, sino de describir dichos principios y la presente divulgación. En la descripción siguiente, las partes similares se marcan con los mismos respectivos números de referencia en toda la memoria y los dibujos.

En la presente memoria, se divulgan ejemplos de detalles de las formas de realización de la presente invención.

La figura 1A ilustra una forma de realización de un sistema de infraestructuras de medición avanzada (AMI) 100. El sistema 100 ofrece transmisión de electricidad y transmisión de datos desde la red eléctrica 102 hasta las unidades 104. Las unidades 104 consisten en recintos físicos que requieren energía, tal como una casa, un edificio de viviendas, un edificio de oficinas, un centro comercial, una fábrica, etc. El centro de operaciones de red 106 está conectado al sistema 100 y ofrece funciones administrativas y de gestión de redes para el sistema 100.

Desde el punto de vista de la transmisión eléctrica, un sistema de distribución de energía eléctrica comprende una red de media tensión (MV) 108 y una red de baja tensión (LV) 110. Los cables eléctricos de la red de media tensión 108 son líneas MV y los cables de energía de la red LV 110 son las líneas LV. Las tensiones transmitidas por la red MV 108 están comprendidas entre alrededor de 600 voltios (V) y alrededor de 50 kV y las tensiones transmitidas por la red LV 110 están comprendidas entre alrededor de 100 V y alrededor de 600 V. Los transformadores de distribución 112 están situados en unos nodos entre las redes MV y un conjunto de unidades finales 104. Los transformadores 112 convierten las tensiones de la red MV 108 cambiando los valores MV en valores LV. Los transformadores de distribución 112 presentan un lado primario conectado a una primera tensión (por ejemplo, la red MV 108) y un lado secundario para suministrar una tensión de salida. En una forma de realización, la salida secundaria suministra una tensión inferior (por ejemplo, la red LV 110). Los transformadores de distribución 112 ofrecen conversión de tensión para el sistema de distribución eléctrica a las unidades 104. Por lo tanto, la energía eléctrica se transmite desde la subestación 114 hasta el transformador de distribución 112 a través de una o más líneas de energía eléctrica MV. La energía eléctrica se transmite desde el transformador de distribución 112 hasta sus unidades 104 a través de una o más líneas de energía eléctrica LV. Las unidades 104 están situadas en cualquier tipo de instalación que requiera electricidad, incluidas, sin limitarse a estas, las viviendas, los negocios y los complejos industriales. La energía eléctrica se suministra a una tensión doméstica y a las tarifas actuales. En América del Norte la energía se suministra a 120 voltios (V). Cada unidad final 104 está provista de un contador 116, que supervisa el consumo de energía eléctrica en la red 100 por una unidad final 104.

Además, el transformador de distribución 112 puede ser operativo para distribuir tensiones de una, dos, tres o varias fases a las unidades 104, dependiendo de las demandas de los usuarios. El transformador de distribución 112 puede ser un transformador montado sobre un poste de tendido eléctrico, un transformador montado sobre un pedestal situado en el suelo o un transformador situado debajo del suelo.

Esta forma de realización del sistema 100 también ofrece comunicaciones de datos por medio de líneas de energía eléctrica (por ejemplo, a través de las redes 108 y 110) a través de la tecnología de banda ancha por red eléctrica (BPL) y la red 134. Para el sistema 100, la transmisión de datos tiene lugar a través de las redes 108 y 110 entre la cabecera 118 y los contadores 116. Otros elementos de comunicaciones de datos comprenden una red troncal 120, un encaminador 122, una red de fibra óptica/radiofrecuencia (RF) 124 y pasarelas BPL 126. La cabecera 118 está situada en un centro de operaciones de red eléctrica (NOC), y el encaminador 122 está situado en la subestación 114. Las pasarelas BPL 126 están situadas en los transformadores de distribución 112. En esta forma de realización, la red de transmisión de datos situada entre la subestación 114 y los transformadores de distribución 112 se extiende a través de la red MV 108 o la red de fibra óptica/RF 124. Pueden utilizarse diversas tecnologías de transmisión/comunicación de datos para transmitir datos para la red troncal 120, incluidas, sin limitarse a ellas, fibra óptica, cable, sistema telefónico convencional (POTS) y otro tipo de tecnologías conocidas por los expertos en la materia. La red MV 108 facilita una red troncal de datos para poder operar con el sistema AMI 100 a través de la red LV 110. En la parte de sistema 100 que se forma en la red LV 110, la red 110 presenta una puerta de enlace ascendente que se conecta con el transformador 112, siendo esta puerta de enlace ascendente en una forma de realización una puerta Ethernet que ejecuta el protocolo TCP/IP. Esta puerta puede conectarse con diversos tipos de conexiones de retroceso que comprenden conexiones a una red MV 108, una red de fibra óptica 124, una red de comunicación inalámbrica, una red GPRS, etc. Como se representa en la figura 1A, la red MV 108 ofrece una implementación de red de retroceso. Si una implementación de red utiliza una red de retroceso diferente, tal como una red de fibra 124 en lugar de la red 108, la implementación puede prescindir de la red de líneas de energía eléctrica 108 MV como red de retroceso para la red 110. El sistema 100 ofrece tasas de caudal de datos del orden de aproximadamente 40 Mb/s en la capa física para la red.

La figura 1B ofrece detalles adicionales sobre la red de comunicación 134 de la figura 1A.

La cabecera 118 comprende además un servidor y un cliente de cabecera 204 (figura 2). La cabecera 118 recopila datos de los contadores 116 de las unidades 104, analiza los datos y otras condiciones operativas de red (tanto para

la red 108 como la red 110) y facilita mandatos e instrucciones a los contadores 116 basándose en el análisis o en secuencias de mandatos predeterminadas. Los contadores 116 recopilan datos telemétricos de sus respectivas unidades 104 (tales como datos de consumo de energía eléctrica, datos de red de comunicación de banda ancha, información de estado del dispositivo, etc.) y facilitan los datos a la cabecera 118, a través de la red 134. Cada contador 116 comprende un módulo de comunicación 128 y un módulo contador 130. El módulo de comunicación 128 ofrece comunicaciones de datos, análisis de datos y otras funciones para habilitar las comunicaciones entre el contador 116 y la cabecera 118. El módulo contador 130 analiza datos de origen detectados por los sensores conectados al contador 116. Dichos sensores comprenden un contador de supervisión de consumo de electricidad y cualquier otro dispositivo que ofrezca datos rastreables sobre las incidencias que se producen en la unidad 104. El módulo de comunicación 128 recibe y procesa datos del módulo contador 130 y facilita datos de comunicación relacionados a la cabecera 118. Por ejemplo, en una configuración, cuando el módulo de comunicación 128 ha detectado una incidencia de contador en el módulo contador 130 y necesita informar sobre esta a la cabecera 118, el módulo de comunicación 128 construye primero un mensaje de paquete IP con la cabecera 118 como destino.

A través de la red 134, la cabecera 118 no se comunica directamente con cada contador 116, sino que en su lugar se facilitan pasarelas BPL 126 para administrar las comunicaciones entre la cabecera 118 y un conjunto de contadores 116. Así pues, la red 134 se organiza en una configuración en árbol con una cabecera 118 en la raíz y unas pasarelas 126 en un primer nivel por debajo de la raíz. El encaminador 122 actúa como un dispositivo de conexión de red 134 y/o una red MV 108 e intercambia paquetes de datos entre estas. Los paquetes de datos contienen información de dirección utilizada por el encaminador 122 para determinar si el origen y el destino se encuentran en la misma red, o si el paquete de datos debe transferirse de una red a otra. En una forma de realización, la pasarela 126 está situada en el transformador de electricidad LV 114. La pasarela BPL 126 y los contadores relacionados 116 pertenecientes a la misma celda LV forman una red de comunicación 134 en una topología en árbol. La pasarela BPL 126 es la raíz del árbol. La pasarela BPL 126 administra la red BT 110 en una capa de control de acceso al medio (MAC) basada en el acceso múltiple por división de tiempo/dúplex por división de tiempo y el concepto padre-hijo. En una forma de realización, cada celda LV puede comprender hasta 300 contadores 116. La pasarela 126 también ofrece una interfaz entre la red troncal 120 y los contadores 116 en una celda/red LV determinada.

Los datos transmitidos en una red MV 108 y la red de fibra 124 para el sistema 100 pueden consistir esencialmente en el mismo contenido. En una configuración, el sistema 100 puede utilizar una red de fibra (que comprende una parte de la red 124) desde la cabecera 118 hasta la subestación 114 y utilizar la red MV 108 para conectarse con la pasarela 126. De forma alternativa, el sistema 100 puede utilizar una red de fibra desde la cabecera 118 hasta la pasarela 126. Como puede observarse, la utilización de la red 108 como una parte del sistema 100 tiene como ventaja la reutilización de una infraestructura de transmisión de las líneas de energía eléctrica MV sin necesidad de reconstruir una red independiente.

En la red 134, los contadores 116 constituyen un segundo nivel conectado con su respectiva pasarela 126. Son posibles otras configuraciones y subraíces.

Las pasarelas 126 sirven de interfaz de comunicación de red transparente entre los contadores 116 y la cabecera 118. Las comunicaciones entre los contadores 116 y la pasarela 126 se establecen a través de las líneas de la red LV 110, representadas como un canal BPL de alta velocidad 132. Las comunicaciones entre la pasarela 126 y la cabecera 118 pueden establecerse a través de la red MV 108 y/o la red 124. Cuando la pasarela 126 procesa una transmisión del contador 116 destinada a la cabecera 118, se reenvía la transmisión al encaminador 122 sin examinar su contenido de carga útil. Del mismo modo, cuando una pasarela 126 procesa una transmisión de la cabecera 118 para el contador 116, no se obstruye el flujo de bajada del mensaje.

La pasarela BPL 126 ofrece una mínima impedancia al flujo de datos entre la cabecera 118 y los contadores 116. Así pues, pueden transferirse datos e instrucciones en tiempo real entre la cabecera 118 y los contadores 116. Por ejemplo, en el procesamiento de una comunicación del contador 116 a la pasarela 126 tras recepción del paquete de datos relacionado, en una forma de realización la pasarela 126 no examina la carga útil del paquete y no detiene la transmisión del paquete. El paquete puede examinarse para averiguar los parámetros de destino. Preferentemente la disposición en cola del paquete se limita a los problemas de transmisión de la red. El contenido de la carga útil o la información del contador de origen 116 no se utiliza como criterio para determinar si debe reenviarse o no el paquete y/o en qué momento. En una forma de realización, la pasarela BPL 126 es un dispositivo de comunicación que forma parte de la infraestructura de comunicación de la red y no está provisto de ningún tipo de inteligencia de medición. En realidad, la pasarela 126 no proporciona ningún un retardo por contenido de la transmisión del paquete. Dicha pasarela BPL 126 es, pues, totalmente transparente para las transacciones de lectura automática de contadores (AMR) en el sistema 100.

En una configuración de red, la pasarela 126 funciona como un dispositivo de puenteo para la red 110 (y en última instancia la red 108) con el contador 116 para convertir las comunicaciones de un protocolo de una red en el de la red puenteada. Entonces, la pasarela 126 convierte las comunicaciones entre la red 110 codificadas en un protocolo de medio de líneas de energía eléctrica en un protocolo de medio Ethernet para el contador 116. En el sistema 100, cuando se inician las comunicaciones desde la cabecera 118 hasta el contador 116, la cabecera 118 crea un



paquete IP con una dirección IP de destino del contador 116. Este paquete se inserta en la red 108 por la cabecera 118 y se encamina por medio de la pasarela de protocolo TCP/IP relacionada 126, a través de dispositivos de red intermedios, incluida una red troncal 120, unos encaminadores 122 y una pasarela 126 antes de llegar al contador 116. Durante el procesamiento de las comunicaciones, por ejemplo, el encaminador 122 examina el destino del paquete de datos y reenvía el paquete de datos a la red troncal 120. Para llegar a la cabecera 118, el paquete de datos tal vez deba pasar a través de uno o más encaminadores 122.

Una forma de realización también ofrece la copia de seguridad de las comunicaciones. Cuando se detecta alguna deficiencia en la calidad del canal de comunicación entre un contador particular 116 y la pasarela 126, el contador 116 puede transmitir su paquete de datos a otro contador 116(b) de la red local 134. A su vez, el contador 116(b) reenvía el paquete de datos a la pasarela 126. Así pues, en esta forma de realización el segundo contador 116(b) puede utilizarse como un repetidor de mensajes para el contador 116.

La pasarela 126 se encarga parcialmente de la detección de errores y la repetición de mensajes para sus dispositivos conectados (incluidos los contadores 116). La pasarela 126 tiene acceso a una tabla de encaminamiento para sus contadores 116 y otras conexiones de red. Periódicamente, la pasarela 126 examina sus conexiones indicadas (mediante la tabla de encaminamiento) para detectar portadoras conectadas. La pasarela 126 puede recibir mensajes de estado desde los contadores 116 y otros dispositivos conectados. Mediante el análisis de estos mensajes, la pasarela 126 puede determinar el estado de conectividad de los contadores 116. De esta forma, si se detecta una condición de error de conexión en un contador particular 116, la pasarela 126 puede iniciar unos mandatos para los dispositivos cercanos (incluido el contador 116b) a fin de ofrecer una trayectoria de comunicación alternativa para el contador 116 hasta la pasarela 126.

Mediante la tecnología BPL, el sistema de configuración 100 ofrece comunicaciones bidireccionales de alta velocidad entre la cabecera 118 y los contadores 116. En realidad, es posible suministrar datos telemétricos procedentes de los contadores 116 en tiempo real a la cabecera 118. El sistema 100 reduce los retardos de mensajería y la formación de colas de comunicaciones innecesarias (tanto de bajada desde la cabecera 118 hasta los contadores 116 como de subida desde los contadores 116 hasta la cabecera 118).

La tecnología BPL implementada en el sistema 100 ofrece capas de conectividad de red hasta la capa TCP/IP. La pasarela 126 y los contadores 116 se basan en paquetes y admiten el direccionamiento IP. El sistema 100 también utiliza una red de conmutación de paquetes que permite que se inicien varias transacciones simultáneas desde la cabecera 118 a través de la red TCP/IP para llegar directamente a muchos contadores 116. Los dispositivos del sistema 100 están preferentemente conectados siempre al sistema 100. Por ejemplo, cuando se crea un mensaje desde un dispositivo del sistema 100 y se inserta en el sistema 100 para su transmisión, el dispositivo preferentemente no necesita someterse a un procedimiento de conexión. De manera similar, un dispositivo que recibe un mensaje preferentemente no necesita someterse a un procedimiento de conexión antes de comprobar si se han recibido mensajes. Este nivel físico ofrece integridad de datos, con lo cual se puede eliminar o reducir la necesidad de establecer la conformidad de conexión entre los dispositivos. Esta implementación ofrece un rendimiento mejorado en términos de velocidad y redundancia de mensajes con respecto a los protocolos de comunicación existentes de los sistemas AMI, en los que los datos se transmiten en serie y los dispositivos deben conectarse para acceder a las funciones.

Una forma de realización del sistema 100 utiliza el Protocolo simple de administración de redes (SNMP) para las comunicaciones entre la cabecera 118 y los contadores 116. Para este propósito, pueden utilizarse también otros protocolos de aplicación de redes de mayor tamaño. El módulo de comunicación 128 presenta unos módulos para decodificar un mensaje SNMP y solicitar un objeto OBIS particular del módulo contador 130. La eficacia de red en el sistema 100 se incrementa agregando inteligencia de análisis de datos al módulo de comunicación 128 situado dentro del contador 116, ya que el procesamiento de datos AMI puede llevarse a cabo en paralelo.

El uso de la tecnología BPL en el sistema 100 ofrece la transmisión eléctrica y la recopilación y transmisión de datos en un solo sistema. Esto permite la recopilación de datos a gran escala y alta velocidad por la cabecera 118 y una comunicación estable para el sistema 100.

La figura 1B representa más detalles de un contador 116 situado en la unidad 104. En la unidad 104, se facilita una serie de dispositivos inteligentes 136 que se conectan con el contador 116. La comunicación de datos entre la cabecera 118 y los dispositivos inteligentes 136 tiene lugar a través del contador 116. Los dispositivos inteligentes 136 pueden comprender refrigeradores, lavadoras, secadoras, cargadores para vehículos eléctricos de enchufe y cualquier otro dispositivo electrónico o electrodoméstico y ofrecer telemetrías operativas relativas a la electricidad, el consumo de esta, el estado y otras características.

En una forma de realización, el contador 116 puede repetir las comunicaciones para otros dispositivos inteligentes 136 acoplados a la red LV 110 y ofrecer también comunicaciones a uno o más de los dispositivos inteligentes 136 operativos con otros tipos de protocolos de red, tales como una red Zigbee (marca comercial), a través de un dispositivo de puenteo 138. En esta forma de realización, el contador 116 funciona además como un dispositivo de derivación y repetidor simultáneamente, aportando flexibilidad y redundancia adicionales para la mensajería entre

los elementos del sistema 100.

En una forma de realización, el contador 116 recibirá paquetes de transmisión de subida desde uno o más dispositivos inteligentes 136, a través del dispositivo de puenteo 138 o por sí mismo. El contador 116 retransmitirá las transmisiones por el canal BPL 132 a la pasarela 126, que a su vez retransmitirá los paquetes al encaminador 122 y en última instancia a la cabecera 118. El dispositivo inteligente 136, el dispositivo de puenteo 138 y el contador 116 contienen información almacenada en sus módulos de memoria para recibir paquetes dirigidos a los mismos y redirigir los paquetes con la dirección del correspondiente dispositivo de destino.

La figura 1C representa un diagrama de bloques de una forma de realización del dispositivo de puenteo 138. El dispositivo de puenteo 138 comprende una puerta de línea de energía eléctrica (no representada) que convierte los datos de línea de energía eléctrica en datos en serie. Estos datos en serie pueden convertirse además en datos según otro protocolo utilizado por los dispositivos inteligentes 136. Dependiendo del tipo de red inteligente disponible en las instalaciones, por ejemplo, una red basada en radiofrecuencias (RF), la señal convertida puede transmitirse a un transceptor RF para su comunicación con otros dispositivos inteligentes 136 de la unidad 104.

La ampliación de las capacidades de transmisión y procesamiento de datos del sistema 100 a la unidad 104 puede servir para ofrecer otros servicios de datos IP, tales como Internet de banda ancha, voz sobre IP y videovigilancia, a través del módem BPL 140. El módem 140 recibe una señal de línea de energía eléctrica y la convierte en una señal Ethernet que aporta conectividad de red, incluido el acceso a Internet pero sin limitarse a este, a los equipos informáticos. Así pues, el contador 116 facilita una única interfaz para supervisar el consumo de energía eléctrica en la unidad 104 y conectividad de red adicional para la unidad 104. Los sistemas de técnica anterior no ofrecen ninguna de estas características.

A continuación, se dan a conocer más detalles sobre la cabecera 118 representada en 200. La figura 2A representa la cabecera 118 y el cliente del sistema de cabecera AMI 204. Las comunicaciones entre la cabecera 118 y el cliente 204 pueden tener lugar a través de la red 202. El cliente 204 facilita una interfaz de control para un administrador de la cabecera 118. El software para la cabecera 118 se instala en uno o varios ordenadores del servidor que presentan un microprocesador y una conexión de comunicación con la red, que habitualmente se encuentran en el Centro de operaciones de red (NOC). El software para el cliente de cabecera 204 está instalado en un ordenador conectado. El software para la cabecera 118 y el cliente de cabecera 204 pueden implementarse en el mismo ordenador o en uno o más ordenadores diferentes. La red de comunicación 202 puede ser una red privada o pública. El cliente de la cabecera 204 genera interfaces gráficas de usuario que permiten a los administradores y operadores de la cabecera 118 acceder a los servicios prestados por la cabecera 118 y supervisar, configurar y controlar diversos aspectos del sistema 100, incluidos pero sin limitarse a estos, pasarelas 126, contadores 116 y calidad de la conectividad de comunicación de la red MV 108 y la red LV 110.

En una forma de realización, la cabecera 118 comprende un administrador de consultas (NQM) 206, un administrador de configuraciones 208, un administrador de incidencias 210 y un administrador de peticiones de información 212. La cabecera 118 comprende además un servidor de Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) 214, un servidor de Protocolo de tiempo de red (NTP) 216, un servidor de Protocolo trivial de transferencia de archivos (TFTP) 218 y un servidor de base de datos 220, cada uno de los cuales ofrece módulos funcionales de cabecera 118 para ofrecer la capacidad de administración de redes en el sistema 100. El administrador de incidencias 210 ofrece capacidades de detección y aviso de fallos, lo cual comprende generación de alarmas, acciones automatizadas, correlación de incidencias, filtración de capturas/incidencias/alarmas para detectar, aislar y avisar sobre errores de funcionamiento en el sistema 100. El administrador de peticiones de información 212 permite al cliente del sistema de cabecera 204 solicitar datos de contador e información de administración de redes almacenada en el servidor de base de datos 220. El servidor NTP 216 ofrece capacidad de sincronización de reloj para los contadores 116. El servidor TFTP 218 permite a los dispositivos de pasarela BPL 126 y contadores 116 descargar firmware nuevo de forma remota. El NQM 206 se encarga de enviar y recibir recopilaciones de datos de incidencias o datos planificados desde los elementos de la red BPL, tales como contadores 116 y/o pasarelas 126. El módulo de configuraciones 208 inicializa cada elemento de red BPL y administra sus configuraciones. El administrador de incidencias 210 procesa las incidencias (por ejemplo, mensajes, alarmas, etc.) recibidas por el NQM 206 y almacena y correlaciona datos de incidencias con información y respuestas utilizadas por la cabecera 118. El administrador de peticiones 212 se comunica con el software del cliente 206 y retransmite mensajes entre el cliente 206 y la cabecera 118. Los servidores 214, 216, 218 y 220 son compatibles con los servicios informáticos que se ofrecen en una plataforma de sistema operativo Microsoft Windows (marca comercial). En otras plataformas de sistemas operativos, por ejemplo en Linux (marca comercial) o UNIX (marca comercial), se ofrecen servidores comparables.

El NQM 206 también es un motor de recopilación de datos, que recopila datos de contador procedentes de los contadores 116 situados en las unidades 104 de todo el sistema. El administrador también recopila información de administración de redes procedente de las pasarelas BPL 126 y los contadores 116. El NQM 206 determina información de estado para los elementos del sistema 100, por ejemplo, sobre si una pasarela BPL 126 o un contador 116 están activos o no, si han superado unos parámetros de rendimiento clave y detecta fallos de enlace entre dispositivos. La recopilación de datos puede realizarse a intervalos planificados regulares o a petición.

El administrador de configuraciones 208 descubre y registra las pasarelas BPL 126 y los contadores 116 recién instalados. Los nuevos contadores tal vez deban solicitar/obtener inicialmente una dirección IP. El administrador 208 puede interceptar esta petición, y entonces puede evaluarse su información de dirección MAC y compararse si la dirección MAC ya existe en la base de datos 220 de la cabecera 118 para determinar si el contador está tratando de registrarse para el servicio. El administrador de configuraciones 208 también ofrece control remoto y capacidad de configuración para permitir a los administradores y operadores que tienen acceso al cliente de cabecera 204 controlar y configurar pasarelas 126 y contadores 116 a distancia. En una forma de realización, cuando un operador emite un mandato de desconexión para un contador 116 a través del cliente de cabecera 204, el administrador de configuraciones 208 enviará el mandato a un contador especificado 116 para desconectar el servicio eléctrico de una correspondiente unidad final 104 de la red LV 110. El administrador de configuraciones 208 también permite a un operador enviar una tabla de nuevo tiempo de uso (TOU) al contador 116 si se produce algún cambio en el contrato de suministro eléctrico de la correspondiente unidad 104. El administrador de configuraciones 208 facilita además direcciones IP a las pasarelas 126 y los contadores 116 a través del servidor DHCP 214.

La figura 2B ilustra detalles del flujo de procesamiento para los módulos de la figura 2A. El contador 116 puede transmitir un mensaje por la red de líneas de energía eléctrica del sistema 100 con destino a la cabecera 118. La pasarela 126 recibirá el mensaje. En la pasarela 126, el procedimiento 222 analiza la señal de línea de energía eléctrica y extrae el contenido del mensaje, que se convierte en una señal digital. Durante el procedimiento 224, la pasarela 126 transmite la señal digital a un módulo de conmutación de la pasarela 126 que entonces se conecta con una puerta designada, por ejemplo, una puerta Ethernet. Durante el procedimiento 226, la señal digital se reenvía a un transceptor Ethernet que, a su vez, está conectado con una puerta de carga. Preferentemente, los parámetros de activación en el módulo de conmutación pueden establecerse de tal forma que permitan la conmutación de una cantidad considerable de paquetes/información hacia una CPU interna 228 para su posterior procesamiento. Por ejemplo, pueden emitirse los mandatos de control que son específicos para la pasarela 126.

Las comunicaciones entre el contador 116 y el sistema 100 se establecen a través de un sistema de mensajería híbrido *push-pull*. En la cabecera 118, un servidor agrupa primero los contadores conectados en una serie de subredes de contadores más pequeñas. Cada subred se identifica como un segmento BPL. Los contadores de un segmento pueden enlazarse en función de su ubicación, tipo, propietario asignado (por ejemplo, contadores para la misma empresa), etc. Un ejemplo de segmento BPL puede comprender todos los contadores 116 y nodos BPL conectados después del transformador de distribución 112 de cada red LV 110. El servidor tiene datos relativos a su índice de carga, que indica una cifra máxima de contadores con los cuales el servidor puede comunicarse simultáneamente o durante un periodo de tiempo determinado sin experimentar sobrecarga. El operador puede facilitar el índice al sistema. Si el número de mensajes supera el índice para ese periodo de tiempo, es posible que el servidor no pueda procesar los mensajes que se reciben a tiempo. El índice de carga puede fijarse en diferentes valores en función de ciertas condiciones, tales como la hora actual, el día, la estación, las condiciones de la red, etc. Puede facilitarse un rango de valores de índice y condiciones, entre los cuales el sistema puede seleccionar un índice adecuado para las condiciones actuales del sistema 100 y/o su entorno. Basándose en el índice de carga, el servidor calcula con cuántos segmentos BPL podrá comunicarse simultáneamente una vez que empiece a recuperar datos de contador del sistema 100. A continuación, se considerará, por ejemplo, un sistema que presenta 1000 segmentos BPL, en los que cada subred de segmentos BPL presenta 200 contadores y el índice de carga se fija en un máximo de 2000 lecturas de contadores simultáneas. Con ese índice, el servidor puede comunicarse con 10 BPL simultáneamente (10 BPL x 200 contadores/BPL = índice de carga). El servidor selecciona un primer conjunto de 10 segmentos BPL y envía un mensaje de difusión a cada segmento BPL seleccionado. Así pues, el servidor envía un bloque de mensajes a los segmentos BPL seleccionados. La selección de los BPL puede hacerse siguiendo cualquier criterio, incluido el azar, la proximidad con el servidor, el número de contadores de los BPL, el consumo de energía eléctrica para los BPL, etc. Al recibir un mensaje de difusión, los contadores 116 del primer conjunto de BPL que reciben el mensaje tratan su recepción como una indicación de que el servidor está disponible para recibir datos del contador. Así pues, en ese caso, es posible que los 2000 contadores (10 BPL x 200 contadores/BPL) traten de enviar de forma conjunta sus mensajes al servidor a aproximadamente la misma hora.

Cada contador 116 puede enviar (*push*) uno o más mensajes al servidor. Cada contador puede presentar una cola de datos donde se almacenan los datos de perfil de contador pendientes de transmitir. Cuando el servidor envía un mensaje a los contadores 116 informando que está disponible para recibir datos, los contadores 116 pueden vaciar sus colas de datos y enviar uno o más respuestas de perfil de contador al servidor en función de la cantidad de datos presentes en la cola en espera de ser enviados. Una vez que la cola se ha vaciado, el contador 116, envía un fin de mensaje para avisar al servidor de que no tiene más datos por enviar.

En la situación anterior, cuando el servidor ha recibido respuestas (las respuestas esperadas) de los 10 segmentos BPL iniciales (que darían un total posible de  $10 \times 200 = 2000$  respuestas simultáneas, cifra que no supera el índice de carga de 2000), el servidor puede enviar un mensaje de difusión adicional a un segmento siguiente (es decir, uno identificado como 11.º segmento BPL) a fin de continuar con sus lecturas del sistema. El servidor situado en la cabecera 118 envía mensajes de difusión adicionales a segmentos BPL adicionales siempre que el número neto máximo de peticiones pendientes esté por debajo de 1800 (puesto que ya se habrán recibido 200 respuestas). Por ejemplo, en un contexto de difusión para un servidor que presenta un índice de carga de 2000, se considerará una

situación en la que, transcurrido un envío de un minuto de duración de 10 mensajes de difusión a un total de 2000 contadores, el servidor recibe 20 respuestas de cada segmento, es decir, 20 respuestas de 10 segmentos = 200 respuestas. Mientras el servidor está a la espera de que los 1800 contadores restantes ( $2000 - 10 \times 20$ ) respondan, el servidor puede enviar también un mensaje de difusión adicional a un 11.º segmento para iniciar las respuestas de los contadores del segmento, puesto que este dispone de 200 contadores y las respuestas pendientes acumuladas sumarían  $1800 + 200 = 2000$ , resultado que todavía se encuentra dentro del límite de carga. En caso de que exista otro segmento BPL que presente más de 200 contadores y que se seleccione ese segmento BPL, se correría el riesgo de que el servidor experimentara sobrecarga de respuestas, ya que se superaría el índice. En caso de que exista otro segmento BPL que presente menos de 200 contadores y que se seleccione ese segmento BPL, el servidor no experimentaría sobrecarga de respuestas, ya que no se superaría el índice. El procedimiento y el algoritmo tratan de mantener un recuento de procesamiento de mensajes tan completo como sea posible para que el sistema esté tan cerca como sea posible del índice de carga (en este caso 2000 mensajes). En otra forma de realización, el servidor puede esperar hasta que ha recibido todas o casi todas las respuestas de la difusión inicial (por ejemplo, de las 2000 peticiones) antes de enviar un segundo mensaje de difusión (por ejemplo, a unos segundos 2000 contadores).

En resumen, una forma de realización aporta un procedimiento para transmitir mensajes desde el servidor, situado en una ubicación central, hasta una pluralidad de contadores de la red eléctrica. Desde la ubicación central, una forma de realización obtiene actualizaciones de estado desde los módulos contadores, transmitiendo mensajes de difusión a una primera red, tal como una red MV 108, destinados a ser enviados a los contadores de las redes LV 110. Los mensajes de difusión se transmiten en un bloque de mensajes, enviándose una parte de los mensajes de difusión a una red LV 110 particular. Una forma de realización supervisará las respuestas a los mensajes de difusión de los contadores de la red particular. Una forma de realización transmitirá un segundo conjunto de mensajes de difusión para su envío a una red LV 110, cuando dichas respuestas a los mensajes de difusión por lo menos coincidan con el tamaño del segundo conjunto, es decir, el número de contadores de destino del segundo conjunto no sea mayor que el número de respuestas recibidas. El número total de contadores que se espera que envíen respuestas al bloque inicial de mensajes transmitidos es menor que el índice de carga actual del servidor.

Se dispone de características adicionales para supervisar y administrar las respuestas a mensajes. Durante el sondeo de mensajes, es posible que haya contadores 116 que experimenten una conectividad con el sistema deficiente 100. Esto puede dar lugar a que algunos contadores 116 no reciban el mensaje de difusión y/o la pérdida de datos enviados desde los contadores 116 antes de llegar al servidor. Una forma de realización ofrece umbrales y monitores para que el servidor detecte dichas situaciones. Una respuesta a la situación consiste en generar un mensaje de redifusión desde el servidor. Por ejemplo, un servidor puede estar esperando que unos contadores de un segmento BPL particular le envíen un mensaje, y el servidor puede determinar posteriormente que cierto número de contadores 116 del segmento no respondieron con datos o un fin de mensaje. Como consecuencia de lo anterior, el servidor puede redifundir el mensaje de lectura de contador disponible al segmento BPL. El número de contadores se puede fijar en un número o porcentaje determinado (p. ej. 10% sin respuesta). Si el servidor espera que unos contadores de un segmento BPL le envíen un mensaje pero un número mayor de contadores ha respondido, entonces en lugar de redifundir un mensaje de petición a todos los contadores 116, el servidor podría transmitir un mensaje unidifusión para enviarlo a los contadores individuales a fin de indicar que el servidor está disponible para recibir datos. El número mayor se puede fijar como un valor estático o como un porcentaje de no respuestas (por ejemplo, entre 0 y 10 %). La unidifusión del mensaje a los contadores que no responden puede realizarse varias veces. Si un contador aún no responde con ningún mensaje después de enviar un mensaje unidifusión, el servidor podría considerar que ese contador es inaccesible en ese momento y podría retirar el contador del bucle de recuperación de datos actual. Podrían realizarse subsiguientes intentos de recuperación de datos en el mismo contador en un posterior intervalo de recopilación de datos.

Si se utiliza un mecanismo de envío *push* estricto, es posible incrementar la eficacia de las lecturas y también reducir significativamente la latencia de los datos. Sin embargo, en una red de contadores masiva, un sistema de envío *push* estricto puede sobrecargar el servidor con mensajes. Un sistema de mensajes híbrido *push/pull* como el indicado anteriormente permite al servidor controlar la carga esperada y tener la eficacia y tiempo de respuesta reducido de una red *push*. En una forma de realización, en lugar de permitir que todos los contadores 116 del sistema 100 envíen de forma independiente sus datos al sistema 100, se permite que unos grupos de contadores 116 (como segmentos) envíen datos al sistema 100 en diferentes momentos. Esto puede contemplarse como un sistema de transmisión múltiple por división en el tiempo para toda una red. Un mecanismo de envío *pull* de datos por el servidor permite al servidor enviar mensajes de informes específicos a los contadores 116. Un mecanismo de envío *push* de datos permite a los contadores 116 responder a dichos mensajes de forma asincrónica al recibir la petición. Así pues, existe un conjunto de mensajes inicial controlado temporalmente que determina el envío de datos por el servidor y el envío (sin control temporal) de respuestas desde los contadores 116 al recibir los mensajes.

La figura 3A aporta detalles adicionales sobre unos procedimientos de lectura de contadores remotos como el que se utiliza en el contador 116. Como se ha indicado anteriormente, el contador 116 facilita telemetrías relativas a los dispositivos de la unidad 104 a la cabecera 118. El contador 116 pueden estar incorporado en un contador externo tradicional conectado con una alimentación de la red LV 114 que se conecta con la unidad 104 asociada al contador 116. El contador 116 también puede suministrarse como un ordenador autónomo, un ordenador portátil, un

ordenador central, un teléfono móvil u otro dispositivo provisto de dichos componentes informáticos. El contador 116 se comunica a través de datos enviados y recibidos a través de líneas de energía eléctrica, pero el contador 116 también podría comunicarse con la cabecera 118 a través de una conexión con Internet, una conexión inalámbrica con Internet, una conexión WiFi una conexión Ethernet o cualquier otro tipo de protocolos de conexión y sistemas conocidos por los expertos en la materia.

El contador 116 comprende un módulo de comunicación 128 y un módulo contador 130. El módulo de comunicación 128 genera y procesa comunicaciones de salida desde el contador 116 hasta la red 114 y recibe y procesa comunicaciones de entrada recibidas a través de la red 114. Las comunicaciones pueden enviarse a los dispositivos externos, tales como la cabecera 118, un dispositivo de la subestación 114 y/o la pasarela 126. Las comunicaciones pueden dirigirse en última instancia a cualquiera de dichos dispositivos externos. El módulo de contador 130 es un contador conectado a una alimentación con la finalidad de facilitar una medida del consumo de energía eléctrica y otros datos relacionados con la electricidad. El módulo de comunicación 128 está conectado con el módulo contador 130 a través de una interfaz de receptor/transmisor asíncrono universal (UART) en serie, aunque pueden ofrecerse otros enlaces de comunicación.

Una forma de realización de un módulo de comunicación 128 comprende un módulo administrador de peticiones 302, un módulo administrador de planificación 304, un módulo de administrador de incidencias 306 y una interfaz de plataforma 308. El módulo administrador de peticiones 302 recibe mensajes de la cabecera 118 a través de la red del sistema 100 y los procesa. En una forma de realización, se utiliza el Protocolo simple de administración de redes (SNMP), y el módulo administrador de peticiones 302 acepta o envía peticiones desde la cabecera 118 y las procesa como corresponda. Las peticiones de la cabecera 118 pueden agruparse en dos categorías:

1. Peticiones que requieren interacción con un módulo contador 130 y
2. Peticiones que pueden procesarse sin interacción con un módulo contador 130.

Al recibir las peticiones de la primera categoría, el módulo administrador de peticiones 302 envía de inmediato un mandato al módulo contador 130 y envía una respuesta del módulo contador 130 de nuevo a la cabecera 118. Para el segundo tipo de peticiones, el módulo administrador de peticiones 302 procesará la petición de inmediato. Si el procesamiento de una petición da por resultado una incidencia que precisa ser registrada, el módulo administrador de peticiones 302 puede almacenar un mensaje en una cola de mensajes de incidencias. La cola de mensajes se utiliza para pasar datos del módulo administrador de peticiones 302 al módulo administrador de planificación 304, y hay una correspondiente cola que pasa datos en la dirección inversa. En una forma de realización, los mensajes entre cada módulo del contador 116 pueden intercambiarse según un modelo de transferencia sincronizada. Los procedimientos y módulos del contador 116 pueden funcionar con un sistema basado en incidencias (como una máquina de estados).

El módulo administrador de planificación 304 ejecuta tareas de planificación en un tiempo predefinido. El módulo administrador de planificación podría mantener una planificación para las tareas y podría generar mandatos de lectura de acuerdo con la planificación. Entre los ejemplos de tareas cabe citar:

- Sincronización del reloj del contador con un tiempo global del sistema (es decir, una hora del sistema), que podría ser mantenida en la cabecera 118;
- Conmutación de tarifas, en la que pueden aplicarse diferentes tarifas de energía eléctrica al cálculo del consumo de energía eléctrica de conformidad con una planificación que puede cambiar tarifas para diferentes horas del día, la semana, el mes o el año;
- Lecturas de contador periódicas del módulo contador 130 y/o
- Detección periódica de incidencias de contador.

El módulo administrador de planificación 304 también genera señales que un controlador/desviador de energía eléctrica puede utilizar para controlar la cantidad de energía eléctrica y suministrar una fracción de energía eléctrica (cualquier valor entre 0 % y 100 %) de la energía eléctrica disponible en la línea de transmisión que puede suministrarse a la unidad relacionada 104. En una forma de realización, el módulo 304 transmite señales que permiten suministrar energía eléctrica a su unidad 104 o bien desconectar la unidad 104 de la energía eléctrica de la red 110 controlando la conexión física con la energía eléctrica a través de un relé del contador 116. Así pues, uno de los componentes del módulo administrador de planificación 304 es un módulo administrador de conexiones (no representado). El módulo administrador de conexiones puede suministrarse como una parte del módulo administrador de planificación 304 o como un módulo separado de este. El módulo administrador de conexiones puede evaluar lecturas y datos relativos al consumo de energía eléctrica anterior en la sede y generar señales de conexión con el sistema de transmisión de energía conforme a las lecturas para el contador.

Cuando se determina si debe o no conectarse o desconectarse la unidad 104 de la energía eléctrica, el módulo 304

puede controlar un conjunto de una o más condiciones/umbrales. Las condiciones pueden referirse a las condiciones operativas de la red 110, el contador 116 y/o la unidad 104. Las condiciones pueden comprender un parámetro de umbral. Para la unidad 104, las condiciones y umbrales operativos pueden comprender una cantidad máxima (o mínima) de energía eléctrica consumida (en vatios) y un umbral de energía eléctrica consumida durante un periodo de tiempo (por ejemplo, durante un período de consumo máximo, durante horas punta, durante un período de tiempo matinal, etc.). Así pues, el módulo administrador 304 ofrece una función de "fusible" de software que puede activarse para limitar la cantidad de energía eléctrica suministrada a la unidad 104. Cuando el fusible de software no está "fundido", se mantiene una conexión con la energía eléctrica para el contador 116. Cuando el fusible de software está "fundido", la conexión con la energía eléctrica para el contador 116 está rota. El valor del fusible de software puede establecerse y restablecerse de conformidad con las condiciones detectadas por el contador 116. La unidad 104 y/o módulo 304 puede recibir las condiciones y parámetros directamente desde un usuario o a través del software de administración de la cabecera 118. Esta función de conexión/desconexión puede ofrecerse en un módulo separado del contador 116.

En funcionamiento, el módulo administrador de planificación 304 puede enviar periódicamente un mandato al contador 116 para obtener una lectura del amperaje consumido actual (en amperios) y una lectura de la energía eléctrica y convertir las cifras en una lectura de energía eléctrica (en vatios). El módulo 304 puede almacenar los datos en una memoria. El módulo 304 puede enviar mandatos de forma periódica y/o continua a intervalos determinados (por ejemplo, cada 1-20 minutos, una vez al día, etc.) hasta que se alcanza un umbral (por ejemplo, 100 lecturas o un conjunto de lecturas obtenido en horas punta). En un ejemplo de umbral, si la lectura de corriente o energía eléctrica total de un período supera un umbral relacionado, entonces se establece una condición de activación para planificar el envío por el módulo administrador 304 de un mandato a la interfaz de la plataforma 308, que a su vez envía un mandato al módulo 132 para desconectar el relé de la salida de energía eléctrica del contador de la línea de energía eléctrica. Esta función actúa como un fusible de software configurable por una aplicación que es operativa en la cabecera 118. El restablecimiento de los parámetros del fusible (por ejemplo, un reinicio de la supervisión de las condiciones de activación) puede tener lugar por medio de un mensaje enviado al contador 116 a través de un conmutador del contador 116.

El módulo administrador de incidencias 306 comprueba periódicamente si se ha añadido una nueva incidencia a la cola de mensajes de incidencias. En una forma de realización, para cada nueva incidencia de la cola de mensajes de incidencias, el módulo administrador de incidencias 306 puede generar y enviar una captura SNMP (es decir, un mensaje) para avisar a la cabecera 118 sobre cualquier incidencia detectada por el módulo contador 130. Cuando se producen varias incidencias, el módulo administrador de incidencias 306 almacena registros de las incidencias en una cola de la memoria y envía la incidencia más antigua a la cabecera 118. Cuando la cabecera 118 envía una respuesta de acuse de recibo de esta incidencia, entonces se envía la siguiente incidencia más antigua a la cabecera 118. Si no se recibe ninguna respuesta a una primera transmisión de una incidencia dentro de un primer período de tiempo de espera, el módulo administrador de incidencias 306 intenta una segunda transmisión. Si no se recibe ninguna respuesta a una segunda transmisión de una incidencia dentro de un segundo período de tiempo de espera, el módulo administrador de incidencias 306 intenta una tercera transmisión. Si no se recibe ninguna respuesta a la tercera transmisión en un tercer período de tiempo de espera, el administrador de incidencias puede entrar en un bucle para reintentar las transmisiones periódicamente. En una forma de realización, el primer período de tiempo de espera es inferior al segundo período de tiempo de espera, que es inferior al tercer período de tiempo de espera. No obstante, pueden facilitarse valores diferentes para los períodos de tiempo de espera y el número de períodos de tiempo de espera.

La interfaz de la plataforma 308 convierte los mandatos de otros módulos del módulo de comunicación 128. La interfaz de la plataforma 308 recibe mensajes del módulo administrador de peticiones 302 y el módulo administrador de planificación 303. En el caso de una petición en tiempo real, tal como una petición de desconexión, o una petición de lectura a demanda, el módulo administrador de peticiones 302 reenvía los mensajes a la interfaz de plataforma 308 para la transmisión de los datos al módulo contador 130. En el caso de una lectura de contador periódica planificada, el módulo administrador de planificación 304 enviará un mensaje a la interfaz de plataforma 308 para la recuperación de datos. En una forma de realización, la interfaz de plataforma 308 convierte los mandatos en mandatos según la norma IEC 62056-21 para permitir su uso por el módulo contador 130. También se analiza y transforma la lectura no procesada del contador en mensajes y perfiles para otros módulos del módulo de comunicación 128.

A través de los módulos del contador 116, es posible ejecutar procedimientos remotos y planificados que comprenden el registro planificado y/o la transmisión de datos de contador, el control y la programación de las frecuencias de registro de datos para el contador 116, los controles de conexión y desconexión selectivas de la línea de energía eléctrica para el contador 116 y la evaluación y reacción a los umbrales configurables detectados de los datos de contador, incluida la generación de avisos de incidencias en tiempo real basada en el análisis de los datos.

En una forma de realización, los procedimientos se implementan en un *chipset* de comunicación del contador 116, que permite el uso compartido de los datos y el acceso a la memoria. El software de inteligencia del contador operativo en el *chipset* puede facilitar el acceso directo del protocolo de comunicación del sistema de transmisión a los datos del contador 116, eliminándose de ese modo una conversión de protocolo que puede tener lugar cuando

se intercambian datos entre dos *chipsets*.

5 Cuando se recibe una petición de lectura del contador desde el sistema 100, el módulo de comunicación del contador recibe este mensaje, en el mismo sistema operativo del *chipset*, obtiene los datos solicitados de su memoria y genera y envía una respuesta al sistema 100.

10 Cuando se recibe un mensaje de control del contador desde el sistema 100, un módulo de comunicación del contador 116 recibe este mensaje y el contador 116 puede realizar una validación de datos interna, realizar cálculos con los datos, generar mandatos para el contador 116 y enviar respuestas y mensajes después de realizar estas operaciones.

15 El módulo de comunicación presenta unos planificadores que permiten evaluar periódicamente un conjunto de condiciones preestablecidas. Después de la detección de una anomalía, se puede enviar un mensaje a un software de servidor central predefinido.

20 A continuación se indican más detalles sobre una característica de administración de energía eléctrica del contador 116. La figura 3B ilustra las características de energía eléctrica para el contador 116. La energía eléctrica CA 310 pasa primero a través del rectificador 312, que convierte la energía eléctrica de corriente alterna (CA) en energía eléctrica de corriente continua (CC) a través del módulo 314. El módulo CC 314 hace pasar la señal de energía eléctrica convertida a través del regulador conmutado 316, lo cual reduce la tensión y pasa la salida al módulo CC secundario 318, que suministra la energía al contador 116. El condensador 320 está conectado con la salida del rectificador 312. El condensador 320 presentará componentes y circuitos auxiliares (no representados) conectados. El tamaño del condensador 320 puede seleccionarse de tal forma que sea el adecuado para almacenar una carga que pueda disiparse hacia el contador 116 a fin de suministrar suficiente energía eléctrica temporal al mismo. En esta forma de realización, el condensador es de 100 uF. Pueden utilizarse otros valores de condensador de hasta 1 F. Puede utilizarse un banco de condensadores (que presentan valores iguales o diferentes). Puede conectarse una red de resistencias de descarga (no representada) con el condensador 320 para obtener un patrón de descarga adecuado para el regulador 316. Puede conectarse un circuito de conmutación de tensión (no representado) con el condensador 320 para generar una señal de carga para el condensador 320. Los valores para las resistencias de la red pueden seleccionarse de tal manera que se obtengan diferentes regímenes de descarga. El condensador 320 ofrece una reserva de energía eléctrica y está conectado con el módulo CC primario 314. En una forma de realización, el condensador 320 ofrece una reserva de tensión de aproximadamente 450 V (para un contador conectado con una línea CA de 240 V). Cuando la energía eléctrica CA 310 funciona con normalidad, el condensador 320 recibe la tensión que se le aplica y almacena la energía eléctrica. La energía eléctrica almacenada presenta una tensión igual a la tensión de salida del módulo CC primario 314. Cuando el módulo de energía eléctrica CA 310 pierde la entrada de CA o se desactiva (por ejemplo, debido a un corte de energía eléctrica), el condensador 320 descarga su energía eléctrica almacenada en el regulador conmutado 316 hasta que su tensión es inferior a la tensión de entrada mínima del regulador conmutado 316. Debido a la naturaleza de la red de resistencias/condensadores, la descarga en el regulador 316 se produce automáticamente cuando la salida del rectificador 312 cae por debajo de la carga almacenada en el condensador 320. El regulador conmutado 316 presenta un amplio rango de tensiones de entrada. No obstante, la tensión mínima aceptable para su entrada es generalmente mucho menor que el valor nominal del módulo CC primario 314. La energía almacenada en el condensador 320 es proporcional a la tensión del módulo CC primario 314 al cuadrado. Así pues, por ejemplo, una caída del 85 % (valor aproximado basado en las viviendas europeas) de la tensión del condensador 320 indica una eficacia energética del 98 %. Por ejemplo, si en esta forma de realización la entrada CA es de 240 VCA, entonces la CC primaria será  $240 \text{ VCA} \times \sqrt{2} = 339 \text{ VCC}$ . La tensión de entrada más baja que debería suministrarse para el contador 116 es de 35 VAC, que corresponde a  $35 \text{ VAC} \times \sqrt{2} = 50 \text{ VCC}$ . Una caída de tensión de  $1 - 35/240 = 85 \%$  puede causar una disminución de energía de  $(339^2 - 50^2) / 339^2 = 98 \%$  de la eficacia del condensador. La reserva de energía eléctrica del condensador 320 es capaz de disipar y suministrar la energía eléctrica adecuada a los circuitos y componentes del contador. Pueden aportarse cálculos comparables y valores de condensador para los contadores que están conectados con señales de líneas de energía eléctrica de diferentes tensiones, tales como las líneas de tensión CA 110, 100 y 120.

55 En otras formas de realización puede ofrecerse una fuente de tensión secundaria en lugar o además del condensador 320. Dicha fuente de tensión secundaria puede ser una batería, tal como una batería recargable.

60 En otras formas de realización, el condensador 320 (y sus circuitos de carga y descarga relacionados) puede estar situado entre el regulador conmutado 316 y el módulo CC secundario 318. En otras formas de realización, pueden disponerse varios condensadores y/o fuentes de tensión secundarias en cualquier ubicación de la figura 3B.

65 El condensador 320 está dispuesto para asegurar que se suministre una fuente de alimentación continua al contador 116 en caso de fallo del suministro de energía eléctrica. La energía eléctrica suministrada desde el condensador 320 no está concebida para ofrecer energía eléctrica a largo plazo, pues su reserva de energía eléctrica es del orden de varios segundos. En el tiempo de descarga, el contador 116 dispone de suficiente tiempo para reconocer que se ha producido una condición de fallo de energía eléctrica y ser capaz de enviar un mensaje de aviso a la cabecera 118 para indicar dicho fallo de energía eléctrica. El contador 116 contiene un circuito detector de CA (no representado),

que detecta una pérdida de señal CA y activa la transmisión de una señal a un canal de entrada/salida para la CPU del contador 116, que entonces podrá ser detectada por el contador 116. Cuando se produce un fallo de energía eléctrica CA, el condensador 320 descarga la tensión almacenada en el regulador 316. Cuando el condensador 320 transfiere su energía, su tensión también desciende en la misma medida para acabar finalmente en 0 V y, por consiguiente, con la energía almacenada agotada. Cuando la tensión ha caído hasta cierto nivel, el condensador 320 no puede suministrar energía para mantener el normal funcionamiento del contador 116. Se dispone de un circuito de umbral de tensión (no representado) para detectar cuándo la tensión de salida del condensador 320 cae por debajo de un umbral y se genera una señal. El contador 116 puede utilizar la señal para generar un mensaje de "últimas reservas" que se envía a la cabecera 118. En tal caso, el contador 116 se apagará poco después. Dado que el circuito CC primario 314 presenta una alta tensión, que en una forma de realización es de 450 V, se dispone de un gran margen de reserva de energía eléctrica antes de que el condensador 320 se descargue hasta un nivel de entrada de energía eléctrica mínimo aceptable, y de ese modo se tiende a aumentar al máximo el tiempo durante el cual el condensador 320 suministra energía eléctrica útil al contador 116.

La tecnología BPL utiliza un ancho de banda de transmisión de espectro de datos de aproximadamente 2 MHz a 30 MHz. Este rango del espectro de frecuencias puede utilizarse para realizar acoplamientos entre puntos de una línea física separados por un gran espacio de discontinuidad, siempre y cuando la línea física de los puntos discontinuos sea más grande que una longitud de onda de la respectiva frecuencia. El ancho de banda tiene un efecto de acoplamiento en la transmisión RF. La utilización de dicho ancho de banda permitirá a la señal RF "superar" los cables rotos. Así pues, cuando una línea de energía eléctrica LV se corta o un fusible de la conexión se funde, la discontinuidad que se ha generado puede recorrerse debido a que la señal BPL puede servir de puente y "superar" la discontinuidad física y mantener la conexión operativa. Esto brinda una última oportunidad para enviar un mensaje de "últimas reservas" desde el contador 116 para informar a la cabecera 118 de que el contador 116 ha perdido la energía eléctrica. A menudo cuando se produce un fallo MV o LV, puede dar la impresión de que los puntos de conexión de diferentes tipos de equipos presentan una discontinuidad en el sistema de transmisión relacionado (por ejemplo, un corte en una línea de energía eléctrica). La discontinuidad puede estar presente en cualquier lugar de la red LV 110. El tamaño de una discontinuidad puede estar comprendido comúnmente entre varios mm y varios dm de longitud. El operador de líneas de energía eléctrica para los mensajes de una forma de realización dispuesta aproximadamente en el rango de 2 MHz a 30 MHz puede superar, en la mayoría de los casos, dicha discontinuidad y establecer un enlace. Así pues, aunque las señales eléctricas puedan perderse, la discontinuidad no puede bloquear el enlace RF siempre y cuando el cable de cada lado de los puntos de discontinuidad sea más largo que una longitud de onda de la respectiva frecuencia. Esto permite al contador 116 utilizar su energía eléctrica de reserva obtenida del condensador 320 para generar y enviar un mensaje de "últimas reservas" para salvar el punto de rotura en dirección a la cabecera 118 y avisar sobre dicha incidencia de corte de servicio eléctrico. Así pues, preferentemente se generan y utilizan mensajes del contador 116 que se transmiten a una frecuencia de portadora comprendida aproximadamente entre 2 MHz y 30 MHz.

En lo sucesivo se facilitan detalles sobre los procedimientos de conexión/desconexión del contador utilizados por una forma de realización del sistema 100. En particular, el contador 116 está provisto de un módulo conector/desconector de electricidad que puede controlarse localmente y remotamente a fin de desconectar y conectar completamente el suministro eléctrico en la ubicación asociada a la unidad 104.

La figura 4 ilustra una forma de realización de las funciones de conexión/desconexión remota y local del contador 116. Las funciones comprenden los procedimientos siguientes:

1. A través de la cabecera 118, el cliente de cabecera 204 inicia una de las cuatro acciones de control remoto (conexión remota, desconexión remota, habilitación de control de botón local e inhabilitación de control de botón local) y la envía al administrador de configuraciones 208;
2. Cuando el módulo administrador de configuraciones 208 recibe la acción, valida la acción, la analiza sintácticamente y la convierte en un correspondiente mandato SNMP establecido, y a continuación envía la petición, a través de la red del sistema 100, al módulo administrador de peticiones 302 del módulo de comunicación 128 del contador 116;
3. El módulo administrador de peticiones 302 validará el formato de datos y el contenido de datos enviados por el administrador de configuraciones 206, y entonces los reenviará a la interfaz de la plataforma 308 tras su validación y
4. El módulo de interfaz de plataforma 308 valida la acción recibida desde el módulo administrador de peticiones 302 y la convierte en un mandato aceptable por el contador que, a continuación, envía al módulo contador 130 a través de una puerta serie.

El módulo de interfaz de plataforma 308 puede contener unos submódulos, que comprenden un módulo administrador de desconexiones 308(a), que implementa un flujo de control de desconexión. El módulo administrador de desconexiones 308(a) puede activarse en el cliente de cabecera 204 a través de su GUI, a partir de un mandato de control remoto enviado desde el cliente de la cabecera 204 y/o automáticamente desde la cabecera 118.



En una forma de realización, el módulo administrador de desconexiones 308(a) utiliza una máquina de estados para los procedimientos de transición entre los estados conectado, desconectado y transición. Un ejemplo de máquina de estados presenta cuatro estados y acepta cuatro acciones remotas más una acción local para navegar por los estados. La tabla A representa los cuatro estados y sus correspondientes significados.

Tabla A

Estados	Instalaciones	Control local habilitado	Control remoto inhabilitado
Conectado	Conectado	No	Sí
Desconectado	Desconectado	No	Sí
Listo_para_desconexión	Conectado	Sí	Sí
Listo_para_conexión	Desconectado	Sí	Sí

La figura 5 ilustra una máquina de estados implementada por el módulo administrador de desconexiones 308 y la transición de estados del control de desconexiones. Dos estados 502 y 504 indican que el administrador de desconexiones está conectado con la cabecera 118 y dos estados 506 y 508 indican que el administrador de desconexiones está desconectado de la cabecera 118. Los dígitos y las flechas representados alrededor de cada estado representan cómo cada estado puede transitar a otros estados. Como se ha indicado, se representan las acciones 1-5 que constituyen ejemplos de estímulos para transitar entre estados. Las acciones 1-5 comprenden: 1) Recopilación inmediata de datos; 2) desconexión inmediata; 3) habilitación de control local; 4) inhabilitación de control local y 5) pulsación de botón.

El cliente de cabecera 204 puede enviar remotamente mandatos al módulo administrador de desconexiones 308(a) enviando una petición al contador 116 para desconectar, conectar, habilitar o inhabilitar el control de botón local de inmediato. En una forma de realización, para permitir a un operador llevar un control local del contador 116, el cliente de cabecera 204 habilita primero una señal local en la GUI a través de un mandato SNMP establecido. Una vez que se ha habilitado el control local en el contador 116, la desconexión o conexión del contador 116 con la red LV 110 viene impuesta por el operador del contador 116. En una forma de realización, se implementa una función de seguridad en el contador 116 que requiere que el operador mantenga pulsado un interruptor en el contador 116 durante un tiempo predeterminado (por ejemplo, diez segundos o más), para impedir que el operador inhabilite el botón involuntariamente. En una forma de realización, dicho interruptor es un botón. El módulo administrador de desconexiones 308(a) de la interfaz de la plataforma 308 iniciará un mensaje y lo enviará a una cola de mensajes de incidencias para activar una captura SNMP que se enviará a la cabecera 118 ante cualquier transición del estado de control del desconectador del contador 116.

Un registro de estados del desconectador del contador implementado en el contador 116 contiene la información que indica si la unidad final 104 está conectada o desconectada. En una forma de realización, en el módulo de comunicación 128 del contador 116, el estado del módulo administrador de desconexiones 308(a) se almacena en la RAM 322 y se actualiza después de cada acción de conmutación de un servicio eléctrico. El contador 116 puede ser desconectado de un servicio de un cliente y también puede ser reconectado con el servicio del cliente mediante un relé mecánico del contador 116 con la conexión eléctrica física relacionada con el servicio. Pueden facilitarse varios relés para ofrecer etapas de energía eléctrica al contador. En el momento del arranque, el módulo administrador de desconexiones 308(a) lee el estado del desconectador del módulo contador 130 y lo compara con el estado almacenado en la RAM 322 del módulo de comunicación 128. Cualquier discrepancia del estado del desconectador se comunicará a la cabecera 118. En una forma de realización, dicha comunicación se efectúa a través de una captura SNMP.

En una forma de realización, el contador 116 comprende además filtros de control automáticos para la protección del contador 116 y los dispositivos eléctricos que respaldan el contador 116, incluido cualquier dispositivo inteligente 136, cuando se detecta una de las condiciones siguientes:

1. sobretensión;
2. sobreintensidad y/o
3. manipulación del contador (por ejemplo, apertura de la caja del contador, desconexión no autorizada de la fuente de alimentación, etc.).

El módulo administrador de desconexiones 308(a) es capaz de detectar y reaccionar a una sobretensión para impedir que una señal de alta tensión alcance y dañe el contador 116 y los dispositivos eléctricos conectados. En una forma de realización, esta función de control de sobretensión se ofrece a través de un circuito de umbral de tensión configurable y una etapa de decisión incorporada en el filtro de control de tensión automático 308(b). El filtro de control de tensión automático 308(b) sondea un valor de registro para el contador 128 a fin de supervisar la tensión de la unidad final 104. Cuando el filtro de control de tensión automático 312 detecta en la unidad final 104

una tensión que es mayor que un umbral, el filtro de control de tensión automático 308(b) inicia un mandato de desconexión a través del administrador de desconexiones 308(a), que a su vez envía un mandato de desconexión al módulo contador 128 a través de la puerta serie. Entonces el desconectador hará que la unidad final 104 se desconecte de inmediato de la red LV 110 para proteger el contador 116 y los dispositivos/componentes eléctricos que respaldan el contador 116.

El módulo administrador de desconexiones 308(a) es capaz de detectar y reaccionar a una sobreintensidad para impedir que una sobreintensidad y un cortocircuito dañen el contador 116 y los dispositivos eléctricos conectados a continuación. En una forma de realización, el módulo administrador de incidencias 306 está provisto de un filtro de control de corriente automático 306(a). Puede evaluarse una corriente detectada para determinar si se ha producido una condición de cortocircuito en el contador 116. El filtro de control de corriente automático puede leer los valores de corriente eléctrica de la unidad final 104 medidos por el módulo contador 130 y detectar cualquier incremento inmediato de la carga. Tras la detección de un incremento repentino de corriente eléctrica que sobrepasa un valor nominal máximo o un valor configurado para un período de tiempo configurado, el filtro de control de corriente automático 306(a) mantendrá el sondeo para el valor de registro del contador a fin de supervisar la corriente a través de la unidad final 104. Cuando la corriente a través de la unidad final 104 es superior a un umbral predeterminado, el filtro de control de corriente automático 306(a) inicia un mandato de desconexión y lo envía al administrador de desconexiones 308(a), que a su vez envía un mandato de desconexión al módulo contador 130 a través de la puerta serie. El módulo administrador de desconexiones 308(a) hará que la unidad final 104 se desconecte de inmediato de la red LV 110 para impedir cualquier daño adicional a su dispositivo conectado 134.

En una forma de realización, un filtro de estado de desconexión del contador 306(b) situado en el módulo administrador de incidencias 306 tiene incorporada la capacidad de validación de la integridad del estado de desconexión del contador. El filtro de estado de desconexión del contador 306(b) redesconectará el contador 116 cuando el contador 116 se haya reconectado incorrectamente como consecuencia de las acciones de alguna persona en la unidad 104, tales como la manipulación del contador por el propietario de la instalación. Una vez que el contador 116 se reinicia tras la reconexión, el filtro de estado de desconexión del contador 308(a) seguirá sondeando el valor de registro del desconectador del contador del módulo contador 130 y lo comparará con el estado almacenado en la RAM 322 y en la base de datos 220. Si se ha detectado un estado de conexión erróneo en el módulo contador 130, el filtro de estado de desconexión del contador 306(b) inicia un mandato de desconexión y lo envía al contador a través de la puerta serie, y lo envía al administrador de desconexiones 308(a), que a su vez envía un mandato de desconexión al módulo contador 130 a través de la puerta serie. El módulo administrador de desconexiones 308(a) hará que la unidad 104 se desconecte de inmediato de la red LV 110. El filtro de estado de desconexión del contador creará también un mensaje, de forma simultánea o con retardo, y lo añadirá a la cola de mensajes de incidencias para activar una captura SNMP que se enviará a la cabecera 118. También se puede disponer de un sensor para detectar cuando se ha abierto la caja (es decir, la carcasa) del contador 116. Pueden enviarse mensajes comparables a la red LV 110 tras la detección de una incidencia que indica manipulación del contador 116.

En una forma de realización del sistema 100, un control de clúster permite la conexión o desconexión del contador 116 dentro de una subred asociada simultáneamente. El control de clúster aprovecha las ventajas de un sistema AMI basado en la red de comunicación mediante la tecnología BPL. Con la red de banda ancha y el TCP/IP incorporado, el cliente de cabecera 204 puede enviar un mensaje de difusión a una subred específica, y el módulo administrador de desconexiones 308(a) de cada contador 116 puede aceptar el mensaje de difusión y realizar la acción de conformidad con el mensaje de difusión. El control de clúster mejora el rendimiento y la eficacia del control del desconectador para la administración completa del sistema 100. En una forma de realización, un mensaje de difusión que solicita la desconexión o reconexión de las unidades 104 se lleva a cabo enviando un mensaje de difusión SNMP a una subred IP. Una subred IP correspondiente a un grupo de unidades 104 a menudo se conecta al transformador de distribución 112. El mensaje de difusión llegará a cada contador 116 de una subred y su recepción será confirmada por el módulo administrador de peticiones 302. El módulo administrador de peticiones 302 enviará a continuación un mensaje a la interfaz de la plataforma 308, que a su vez retransmitirá el mandato de desconexión al módulo contador 130 a través de la puerta serie.

Para buscar acciones de control para fines de auditoría, la interfaz de la plataforma 308 registra cada transición de desconectador en un archivo de registro y sincroniza el archivo de registro con la cabecera 118 periódicamente.

La utilización de la tecnología BPL y la implementación de la infraestructura de red aumenta la eficacia del sistema 100 a través de la capacidad de recopilación de datos y el envío de instrucciones a los contadores 116 en paralelo. La funcionalidad de desconexión/reconexión remota también permite a una forma de realización controlar cada contador individual 116 del sistema y ofrecer protección para las alimentaciones a los usuarios finales de las unidades 104. La función de desconexión remota también permite una respuesta rápida a cualquier problema potencial para los contadores 116 y los usuarios finales.

Una forma de realización del sistema 100 comprende además procedimientos de lectura periódica de contadores. En una forma de realización, la cabecera 118 realiza dos acciones de envío *pull* de datos de contadores a intervalos preconfigurados.

El módulo de la comunicación 128 del contador 116 lee periódicamente todos los valores de registro del contador del módulo contador 130, crea una entrada de perfil mediante todos los valores de registro y almacena la entrada de perfil en un archivo de perfil en su memoria. En una forma de realización, la memoria de comunicación 128 es RAM  
 5 322. En una forma de realización, el intervalo de sondeo predefinido es de 15 minutos. En otra forma de realización, la cabecera 118 puede fijar el intervalo en un intervalo de tiempo determinado (por ejemplo, un múltiplo de 15 minutos). Se utiliza el mismo intervalo de sondeo para todos los contadores 116 administrados por la cabecera 118. La cabecera 118 genera una instrucción de funcionalidad de configuración por lotes para enviar un nuevo intervalo de sondeo junto con su tiempo de activación a todos los contadores 116 administrados por una forma de realización.  
 10 En el momento de la activación, todos los contadores 116 del sistema 100 implementan el nuevo intervalo de sondeo sin la intervención de la cabecera 118.

El sistema 100 ofrece un procedimiento fiable de obtención periódica de consumos y actualización de datos de todo el sistema AMI a intervalos regulares y ajustables. Para facilitar este procedimiento, los contadores 116 tienen  
 15 capacidad para establecer intervalos de recopilación de datos y enviar los consumos y actualizaciones de datos de nuevo a la cabecera 118 en el intervalo especificado. El NQM 206 controla cuándo y cómo enviar datos de contadores. En el contador 116, el módulo administrador de incidencias 304 responde a la petición del NQM 206.

La cabecera 118 sondea periódicamente los datos de perfil de contador de todos los contadores 116 pertinentes y  
 20 almacena los datos en la base de datos 220. La cabecera 118 realiza comprobaciones de coherencia de datos para garantizar que se recuperen y almacenen los datos correctos de forma ordenada y sin espacios ni pérdida de datos. Esto requiere una lógica inteligente tanto en la cabecera como en el contador.

La figura 6 representa una forma de realización de la función de lectura de contadores de la cabecera 118, en la que  
 25 las funciones básicas son el establecimiento de parámetros para un procedimiento de recopilación, la recopilación periódica de datos, el procesamiento de datos para integridad, el procesamiento de datos no procesados de contadores, el almacenamiento de datos de contadores y el suministro de datos al sistema.

En primer lugar, el NQM 206 de la cabecera 118 envía una petición a cada contador 116 para obtener datos. De ese  
 30 modo, puede enviarse un mensaje de difusión o varios mensajes en paralelo a todos los contadores 116 o a un grupo de contadores 116 que se comunican con la pasarela 126 a fin de recuperar los datos de contador simultáneamente. La arquitectura de red del sistema 100 y sus pasarelas BPL y la aplicación de un protocolo de red combinado con un soporte de red conmutada IP mediante tecnología BPL permiten mantener esta temporización. En una forma de realización, el protocolo de red utilizado es el protocolo SNMP. Esta arquitectura de red permite la  
 35 recuperación de datos de los contadores 116 a altas velocidades a fin de permitir la supervisión en tiempo real de los contadores 116.

Una forma de realización del sistema 100 implementa peticiones de datos y lee los mandatos de red enviados a  
 40 través de la red del sistema 100. Para implementar un mandato de lectura de la red, es preciso que el NQM 206 envíe un mensaje de difusión o varios mensajes para consulta de datos a los contadores 116. El módulo administrador de peticiones 302 de cada contador 116 recuperará entonces los datos de contadores adecuados almacenados en su base de datos para una petición de recuperación de datos planificada o retransmitirá la petición a la interfaz de la plataforma 308 para obtener datos de contador instantáneos y, a continuación, enviará estos datos de nuevo al NQM 206. El NQM 206 recibe todos los datos de los contadores y almacena los datos en una cola y  
 45 procesa cada recuperación para convertirla a un formato estándar y almacena la información en la base de datos 220. El NQM 206 también rellena automáticamente cualquier lectura ausente tras un período de fallo de red o tiempo de inactividad de la cabecera 118.

En una forma de realización, el sistema 100 recopila y almacena datos de contador a intervalos periódicos (por  
 50 ejemplo, cada 5, 10, 15, 60, 120 minutos u otros intervalos) de cada contador 116 de la red. Este intervalo es configurable. El operador puede establecer el intervalo de recopilación de datos en el cliente de cabecera 204 de la cabecera 118 (figura 2). Desde ahí, la cabecera 118 envía el intervalo de recopilación de datos actualizado a cada contador 116 de la red 100 y almacena los datos en la base de datos 220 también.

En una forma de realización, el contador 116 está provisto de un archivo de perfil. En una forma de realización, el  
 55 perfil almacena hasta 5000 entradas de perfil aproximadamente en el orden en que se reciben. En otra forma de realización, el archivo de perfil también puede organizarse como una memoria tampón circular, en la que, cuando la memoria tampón está llena, la entrada más antigua puede sobrescribirse con la más reciente. Para la forma de realización con un intervalo predefinido de 15 minutos, el contador 116 puede almacenar un equivalente a 52 días de  
 60 datos recopilados desde el módulo contador 130. Al cambiar el intervalo de recopilación de datos, se incrementa o reduce el tiempo durante el cual un contador puede almacenar datos. Los datos pueden almacenarse en una RAM 312.

La figura 7 representa detalles de la máquina de estados 700 dispuesta en la cabecera 118 para administrar la  
 65 lectura periódica de los contadores 116. En una forma de realización, el módulo de lectura periódica de contadores presenta seis estados y acepta las siete acciones siguientes:

1. La máquina del estado comienza en el estado de inactividad 702.
- 5 2. La máquina de estados permanece en el estado de inactividad 702 hasta que se produce una de las dos incidencias siguientes: la lectura planificada en el siguiente intervalo de tiempo está pendiente o el último valor del índice de datos leídos es inferior al índice "disponible más reciente" facilitado por el contador. Cuando se produce cualquiera de estas incidencias, la máquina de estados 700 cambia al estado de comprobación de integridad de datos de contador 704.
- 10 3. En el estado 704, la cabecera comprueba si existen vacíos en la base de datos y recupera el último índice de datos leídos para el contador asociado. Los vacíos pueden detectarse gracias a la disposición en secuencia de los índices de datos. Cuando el NQM 206 solicita datos al contador 116, el contador 116 informa al NQM 206 acerca del siguiente número de secuencia que se va a enviar y de la cantidad de números de secuencia de datos que contiene tras el primer envío. En caso de que el contador 116 presente más de una secuencia de datos, el NQM 206 puede determinar que deberían esperarse varios registros de datos de ese contador. Entonces, se envía una petición para cambiar el puntero de índice de lectura de datos del contador al registro deseado. El puntero se utiliza para rastrear el número de secuencia. Por último, se envía una petición al contador 116 para recuperar el registro de datos y se cambia al estado de obtención de datos de contador 706.
- 15 20 4. La máquina de estados recibe el registro de datos solicitado con el índice del registro disponible más reciente del contador, que se almacena en la base de datos 220. La máquina de estados cambia entonces al estado de procesamiento de datos de contador 708.
- 25 5. En el estado 708, la cabecera 118 analiza la integridad y exactitud de los datos de contador recuperados, extrae los datos en un formato útil para el resto del sistema de cabecera 118, escribe el registro en la base de datos 220 y actualiza el último índice de datos leídos.
- 30 6. La máquina de estados cambia al estado de respuesta al cliente 710.
7. La máquina de estados informa a la cabecera 118 sobre los datos recuperados, y vuelve al estado de inactividad 702, lista para empezar una vez más el procedimiento de recopilación de datos de contador.

35 Esta serie de estados permite a la cabecera 118 recuperar automáticamente cualquier registro que todavía no se haya recuperado debido a un fallo de conexión, empezando con el registro más antiguo. De este modo se mantiene una copia coherente y completa de todos los datos de contador leídos en la cabecera 118.

40 Si en cualquier momento una máquina de estados permanece durante una cantidad de tiempo superior al especificado en un estado determinado, entonces se registra un error y vuelve al estado de inactividad 702. Asimismo, si en cualquier estado la máquina de estados 700 encuentra un error (tal como datos mal formados o incorrectos), la máquina de estados 700 vuelve al estado de inactividad 702. De esta forma se asegura la recuperación, el análisis de exactitud, el procesamiento y el almacenamiento de los datos solicitados.

45 La lectura periódica de contadores pasa por los estados de inactividad, comprobación de integridad de datos de contador, obtención de datos de contador, procesamiento de datos de contador y respuesta al cliente a fin de cumplir con una tarea de lectura. No obstante, si se produce una incidencia de error, se cambiará al estado de tratamiento de error 712. El uso de este mecanismo de tratamiento de errores asegura que el error o la excepción no suspenda la funcionalidad. Como se indica en la figura 7, las acciones 1-7 constituyen ejemplos de acciones que inician transiciones entre estados. Los estados comprenden: 1) Inicio de recopilación de datos de contador; 2) inicio de obtención de datos de contador; 3) inicio de procesamiento de datos de contador; 4) inicio de respuesta a cliente; 50 5) finalización de todas las tareas; 6) controles de error y 7) en espera.

A continuación, en la figura 8 se ofrecen más detalles sobre una línea de tiempo de los mensajes entre la cabecera 118 y los contadores 116 para el ajuste de la configuración de la lectura periódica de los contadores:

- 55 1. Se establecen los valores de la configuración de lectura periódica de datos de contadores en el cliente de cabecera 204.
- 60 2. El cliente de cabecera 204 envía los valores de configuración de cabecera al NQM 206.
3. Un servidor de comunicación procesa la petición del cliente de cabecera 204 y la compara con los valores de la configuración actual.
- 65 4. Si los valores de configuración no son iguales a los valores de la configuración actual, el servidor de comunicación actualiza el archivo de ajustes de configuración.

5. El cliente de cabecera envía valores de configuración de contadores al servidor de comunicación.
6. El servidor de comunicación envía peticiones a todos los contadores 116 del sistema 100 para informar que los ajustes de configuración se han actualizado.
7. Los contadores 116 actualizan sus ajustes de configuración e informan al módulo contador 130.
8. Los contadores 116 envían acuses de recibo a la cabecera de comunicación 118.
9. El servidor de comunicación envía entonces una respuesta al cliente de cabecera 204 tras actualizar los ajustes de configuración.

Cada contador 116 se encarga de determinar y rastrear el estado de su dispositivo conectado 138. Cada contador 116 puede establecer un parámetro/ algoritmo de sondeo local para solicitar y rastrear datos y actualizaciones de estado de sus dispositivos 138. Mientras tanto, el NQM 206 puede establecer un parámetro/ algoritmo de sondeo independiente para solicitar y rastrear datos y actualizaciones de estado de los contadores 116. Una consulta puede consistir en preguntar primero a un contador 116 si dispone o no de datos relativos a los dispositivos 134 (u otro tipo de mensajes de estado) para enviar. Cada contador 116 pueden recopilar sus datos pertinentes y enviar un paquete a la cabecera 118. El NQM puede recibir los datos y solicitar peticiones de seguimiento para obtener más datos o la confirmación del envío del último registro. Al recibir desde el contador 116 una confirmación del envío de su último registro, el procedimiento de sondeo puede concluir.

La figura 9 representa una línea de tiempo de las interacciones de la cabecera 118 y los contadores 116 durante una incidencia de lectura periódica de contadores:

1. En los contadores 116, se establece la planificación de lectura periódica de contadores de conformidad los ajustes de configuración.
2. Una vez que expira el tiempo de espera del temporizador de intervalos periódicos de los contadores, se habilita la tarea de planificación de lectura periódica de contadores.
3. Un servidor de comunicación obtiene todos los atributos de topología de los contadores 116 de la red.
4. El servidor de comunicación verifica la integridad de los datos en los contadores 116.
5. El servidor de comunicación envía el mandato de petición de establecimiento a los contadores para que establezcan el ID de la secuencia.
6. El servidor de comunicación envía el mandato de lectura a los contadores 116 para la lectura de los datos de los contadores.
7. El servidor de comunicación analiza y procesa los datos de los contadores 116 y guarda los datos de los contadores en una base de datos.
8. El servidor de comunicación envía una respuesta al cliente de cabecera 204.

En una forma de realización, el servidor de comunicación es el NQM 206. La petición periódica a los contadores puede pasar por los estados de inactividad, comprobación de integridad de datos de contador, obtención de datos de contador, procesamiento de datos de contador y respuesta al cliente a fin de cumplir con una tarea de lectura. Se pasa al estado de tratamiento de error si se detecta una incidencia de error.

En la cabecera 118, todos los datos recuperados se almacenan en la base de datos 220. En una forma de realización, se almacena un equivalente de hasta un año de datos en la base de datos para permitir el acceso rápido a los mismos por un operador. Con los datos para cada contador 116, la base de datos 220 también almacena el último índice de datos leídos de cada contador 116 de la red. La cabecera 118 mantiene una máquina de estados finitos para cada contador 116, con lo cual se asegura que los datos de contador se reciban, sometan a comprobación de integridad, procesen y almacenen correctamente.

En el contador 116 se almacena una tabla de datos de contador en memoria flash. El puntero de índice de datos apunta hacia la siguiente fila de la tabla cuya recuperación solicitará la cabecera 118; y el cliente de cabecera 204 establece primero este valor y, a continuación, solicita la fila de ese índice. El contador 116 lee los datos independientemente de las peticiones de la cabecera 118. Así pues, la cabecera 118 puede solicitar un registro de datos arbitrario de la tabla del contador 116. Esta configuración también permite al contador 116 recopilar y almacenar datos, aunque la conexión entre el contador 116 y la cabecera 118 se pierda. Una vez que se ha restablecido la conexión, la cabecera 118 puede solicitar los datos que se han perdido, confirmando de ese modo al sistema 100 una alta resistencia a la pérdida de datos.

La figura 10 ilustra una línea de tiempo del procesamiento en tiempo real de ciertas funcionalidades de una forma de realización. En la funcionalidad de procesamiento participan el módulo contador 130, el módulo de comunicación 128, la cabecera 118 y la base de datos 220.

El módulo contador 130 comprende un registro de estados del contador para registrar las incidencias anormales que se producen en el contador 116. En una forma de realización, el registro de estados es un código hexadecimal de dos bytes. Cada bit del código hexadecimal se utiliza para una incidencia particular. Tras haberse producido una incidencia anormal, se establece el correspondiente bit del registro de estados. El módulo de comunicación 130 realiza la función de notificación de la incidencia de excepción.

El módulo administrador de planificaciones 304 del módulo de comunicación 128 envía periódicamente una petición para el estado del contador a la interfaz de la plataforma 308. El módulo administrador de planificaciones 304 asegura que haya prioridad de las peticiones periódicas del estado del contador sobre cualquier otro módulo del módulo de comunicación 128. En una forma de realización, el módulo de comunicación 130 está provisto de una puerta de receptor/transmisor asíncrono universal (UART). Si la puerta UART está disponible, el administrador de planificaciones 304 bloqueará la puerta UART para evitar competencia de recursos. Las lecturas de datos del valor del registro de contador se facilitan a través de la interfaz de la plataforma 308. Se utiliza un protocolo de contador de datos, tal como el IEC62056-21, para codificar datos de contador. Tras recibir la respuesta del módulo contador 130, el módulo administrador de planificaciones 304 desbloqueará la puerta UART para permitir el uso de la puerta por otros módulos que pueden necesitar acceder al módulo contador 130.

En una forma de realización, los registros de lectura contienen los valores siguientes, indicados en la tabla B:

Tabla B

Código OBIS reducido	Registros
C.x.x	Estado
Código de lectura de contador para canal y tarifa	kWh
Código de desconexión	Encendido o apagado
Código de registro de calidad de energía eléctrica	V, A, etc.
Código de datos de error o sensor	Valor numérico

En una forma de realización, el módulo administrador de planificaciones 304 examina a continuación el valor de registro del módulo contador 130 y genera las incidencias siguientes:

1. Incidencia de estado de contador;
  - i. Cubierta de terminal retirada/cerrada;
  - ii. Fuerte campo CC detectado/desaparecido;
2. Incidencia de calidad de energía eléctrica;
  - i. Caída de tensión por debajo de umbral de subtensión/retorno de tensión a niveles normales tras subtensión;
  - ii. Tensión por encima de umbral de sobretensión/retorno de tensión a niveles normales tras sobretensión;
  - iii. Corte de energía de cada fase/retorno de energía de cada fase o
  - iv. Corriente por encima de umbral de sobreintensidad/caída de corriente por debajo de umbral de sobreintensidad.

La incidencia de estado de contador se genera de conformidad con el registro de estado. Si un bit del registro de estado cambia (lo cual significa que el estado del contador cambia), el módulo administrador de planificaciones 304 comprobará el mapeo de bits y generará la correspondiente incidencia.

Para cada fase, se supervisan varios niveles de tensión configurable, tales como un umbral de sobretensión, un umbral de subtensión y un umbral de pérdida de tensión. Si la tensión de línea leída sobrepasa o cae por debajo de un umbral determinado, el administrador de planificaciones 304 generará un informe de incidencia. En una forma de realización, para evitar la generación innecesaria de incidencias debidas a perturbaciones o caídas de tensión muy cortas, se implementa un mecanismo para supervisar la tensión. En otra forma de realización para la supervisión de corriente, se supervisa el umbral de sobreintensidad.

Cada tipo de incidencia tiene un código de incidencia exclusivo predefinido. Cuando el módulo administrador de planificaciones 304 detecta el estado anormal del módulo contador 130, se envía de inmediato un mensaje con información del código de incidencia al módulo administrador de incidencias 306.

5 El módulo administrador de incidencias 306 se encarga de añadir más información al mensaje de incidencia, guardar las incidencias importantes en memoria flash y también enviar el mensaje de incidencia a la cabecera 118. En una forma de realización, el mensaje de incidencia se envía como una captura SNMP.

10 La información que el módulo administrador de incidencias 306 puede añadir comprende una etiqueta de identificación (ID), la marca de la hora y un indicador del mensaje de incidencia, según la cual:

1. El ID se utiliza para identificar incidencias, siendo utilizado también por la cabecera 118 con fines de confirmación de incidencias.
- 15 2. La marca de la hora indica la hora a la que se produjo la incidencia.
3. El indicador indica si la marca de la hora de la incidencia es válida o no. El indicador se establece en no válido si el módulo de comunicación 128 ha sido incapaz de sincronizar su hora con la del servidor NTP 216. En esta situación, la marca de la hora del mensaje de incidencia será una hora del sistema estimada.

20 Para asegurar la recuperación de incidencias importantes tras un ciclo de energía eléctrica o corte de energía manual, las incidencias que no son confirmadas por la cabecera 118 se guardan en la memoria flash del contador 116. Este mecanismo permite al módulo administrador de incidencias 306 enviar avisos de todas las incidencias cuando se enciende de nuevo el contador 116. En una forma de realización, debido a que la duración de una memoria flash está relacionada con los tiempos de lectura y escritura flash, el módulo administrador de incidencias 306 puede utilizar un procedimiento para registrar las incidencias en una parte distinta de una memoria flash y prolongar así la duración de la memoria flash.

30 Una vez que se han guardado las incidencias en la memoria flash, el módulo administrador de incidencias 306 genera un mensaje con toda la información de la incidencia como enlaces variables y envía el mensaje a la cabecera 118. En una forma de realización, el mensaje enviado por el módulo administrador de incidencias 306 es una captura SNMP. A recibir el mensaje, el NQM 206 de la cabecera 118 envía un acuse de recibo al módulo administrador de incidencias 306, mediante un mensaje SNMP establecido, a través del módulo administrador de peticiones 302 del módulo de comunicación 128 del contador 116. El acuse de recibo contiene el código de identificación de la incidencia. Si el administrador de incidencias no recibe el acuse de recibo de una incidencia, la incidencia puede reenviarse tras un período de espera. El mecanismo de reenvío asegura la recepción por la cabecera 118 de todas las incidencias a fin de enviar un aviso al operador del sistema.

40 En una forma de realización, además de enviar el acuse de recibo, el NQM 206 también comprueba si la incidencia de contador está configurada tal como se ha supervisado, registra la incidencia en el servidor de base de datos centralizado 220 y transmite una señal a la interfaz gráfica de usuario a fin de que el cliente de cabecera 220 inicie una actualización de presentación de incidencia para todos los usuarios conectados. Hay dos indicadores configurados para cada de tipo de incidencia de la cabecera 118: uno indica si este tipo de incidencia debería supervisarse y el otro indica si el tipo de incidencia debería notificarse mediante procedimientos de comunicación, tales como mensajes electrónicos, mensajería instantánea, SMS o cualquier otro procedimiento de mensajería rápida. Cuando el tipo de incidencia está marcada como incidencia supervisada por un operador de la cabecera 118, el NQM 206 continúa con el procesamiento de esta. En caso contrario, el NQM 206 puede simplemente hacer caso omiso de ella. Esta función aporta la flexibilidad para permitir la configuración cuando solamente se supervisan y visualizan incidencias específicas.

50 En una forma de realización de la cabecera 118, la base de datos 220 contiene las entradas de incidencia siguientes para cada incidencia, indicadas en la tabla C:

Tabla C

55

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Número	Número incrementado automáticamente para esta tabla
ID de incidencia	ID de incidencia de contador
Código de incidencia	Tipo de incidencia de contador
Fuente de incidencia	ID de compañía eléctrica de contador
Marca de la hora	Hora a la que se produjo la incidencia de contador
Estado notificado	Indica si la incidencia se ha comunicado por correo electrónico
Propietario	Operador que se hace cargo de la incidencia de contador
Estado	Pendiente: el procedimiento está a la espera de ser procesado

	<p>Procesamiento: la incidencia se está investigando</p> <p>Procesada: la incidencia se ha procesado</p> <p>Cerrada: la incidencia se considera resuelta</p>
Historial	<p>Registra la información indicada cada vez que cambia el estado de la incidencia</p> <p>*hora de la operación</p> <p>*operador</p>
Información	Otro tipo de información

El NQM 206 es responsable de insertar una entrada con la información recuperada desde el enlace variable de la captura SNMP, tal como el ID de incidencia, el código de incidencia, la fuente de incidencia y la marca de la hora, en la base de datos. Se utilizan otros campos de una entrada de incidencia para la administración de incidencias.

5 Cuando el cliente de cabecera 204 recibe una actualización de incidencia desde el NQM 206, todos los operadores de la cabecera 118 pueden observarla y empezar a trabajar con la incidencia. Si un operador se hace cargo de una incidencia de contador, el resto de operadores podrán ver esta información en el campo del propietario para evitar cualquier conflicto. El campo de estado de una incidencia permite una administración clara y fácil del progreso de la incidencia. El historial de operaciones de una incidencia se registra en la cabecera 118 para su futura consulta.

10 En una forma de realización de la cabecera 118 se dispone de un módulo denominado "correo electrónico" que recupera periódicamente incidencias de contador no notificadas de la base de datos 220. Para estas incidencias de contador no notificadas, el módulo de correo electrónico compondrá mensajes electrónicos con la información del código de incidencia, la fuente de incidencia y la marca de la hora y enviará los mensajes electrónicos a todos los abonados, y a continuación el módulo de correo electrónico actualizará el estado notificado de esa entrada de incidencia para indicar que la incidencia se ha notificado con éxito.

15 Las características de procesamiento periódico y en tiempo real de incidencias del sistema 100 permiten un control significativo de los contadores individuales 116 y permite una respuesta más rápida por el sistema 100 y sus operadores en caso de problemas localizados o que afectan al conjunto del sistema.

20 Otra característica del sistema 100 ofrece una característica de sincronización de reloj entre los contadores 116 y la cabecera 118.

25 En esta forma de realización, el contador 116 no presenta ninguna batería para mantener su reloj interno durante los cortes eléctricos. Un condensador CA normal aporta una reserva de energía eléctrica para solo 1 segundo en caso de corte eléctrico, y el contador 116 pierde su reloj interno si el corte eléctrico dura más de 1 segundo. Así pues, en una forma de realización, el módulo contador 130 no presenta (o no utiliza) un reloj-calendario. El módulo de comunicación 128 es responsable, por consiguiente, de todas las funciones relacionadas con marcas de la hora del contador 116. El módulo de comunicación 128 sincroniza su reloj-calendario con el servidor NTP 216 periódicamente y tras la restauración del suministro eléctrico. La dirección IP del servidor NTP 216 se almacena en la RAM 322 del módulo de comunicación 128, y puede ser configurada por la cabecera 118, incluso a través de un mandato SNMP establecido estándar.

30 En el arranque inicial del contador 116, el módulo de comunicación 128 trata de sincronizar su reloj con el servidor NTP 216. Si este es incapaz de sincronizar su reloj con el servidor NTP 216, se habilitará la tarea de sincronización de reloj.

35 La figura 11 ilustra un procedimiento utilizado por el módulo de comunicación 128 para determinar si debe habilitarse la tarea de sincronización de reloj en el arranque.

40 El módulo de comunicación 128 comprueba el estado del reloj del módulo contador 130 en el arranque, una vez que se encuentra un estado de reloj no válido, y emprende las siguientes acciones por orden:

- 45 1. Inicia un mensaje de estado de reloj no válido y, a continuación, envía el mensaje a la cola de mensajes de incidencias.
- 50 2. Comprueba si el cliente NTP está habilitado; de no ser así, lo habilita.
3. Una vez que el cliente NTP está habilitado, inicia una tarea de sincronización de reloj para sincronizar el reloj periódicamente.
4. Activa el ajuste de emergencia para el tiempo de uso.

55



5. Inhabilita la tarea de conmutación de tarifa hasta que el estado del reloj haya cambiado a válido.
6. Recodifica el ID de perfil para la última entrada de perfil de la última desconexión del equipo.

5 La figura 12 ilustra en mayor detalle la ejecución de la tarea de comprobación de sincronización de reloj, tal como se describe en la etapa 3 de la figura 11.

Si el módulo de comunicación 128 sincroniza con éxito su reloj con el servidor 220, se ejecutan las acciones siguientes:

- 10
1. Se inhabilita la tarea de sincronización de reloj.
  2. Se habilita la tarea de conmutación de tarifa.
- 15
3. Se calcula la diferencia de tiempo entre el tiempo sincronizado y el tiempo no sincronizado (desviación de tiempo = tiempo sincronizado – (tiempo registrado en la última desconexión + tiempo transcurrido desde arranque).
- 20
4. Si la desviación de tiempo sobrepasa cierto umbral, el módulo de comunicación 128 inicia un mensaje con la desviación de tiempo y, a continuación, envía el mensaje a la cola de mensajes de incidencias.
  5. Las marcas de la hora de todas las entradas de perfil que se han captado desde el arranque se ajustan mediante la desviación de tiempo.

25 En caso de que se desconecte la corriente, el módulo de comunicación 128 almacena de inmediato el reloj actual en la RAM 322. Cuando se restaura la energía y antes de que el contador sincronice el reloj con el servidor NTP 216, se ejecutan las acciones siguientes:

- 30
1. Se calcula el reloj del contador tal como se indica: hora registrada en la última desconexión + tiempo transcurrido desde el arranque.
  2. Se establece un bit de reloj no válido del estado del módulo. Este permanece activo hasta que se sincroniza el reloj.
- 35
3. Se marcan como no válidas todas las marcas de la hora que se obtienen antes de que el contador se sincronice con el servidor 220.

El mecanismo de sincronización de reloj implementado en el sistema 100 reduce el efecto de cualquier corte eléctrico sobre la recopilación de datos y la administración del sistema por la cabecera 118.

40 A continuación, se describen más detalles de las características de análisis de la red para una forma de realización.

45 El sistema 100 supervisa además las condiciones operativas de las redes 108 y 110. Entre los ejemplos de condiciones supervisadas cabe citar la supervisión de la relación señal-ruido (SNR) y la respuesta en frecuencia de canal (CFR) para las señales de energía eléctrica transmitidas en las redes 108 y 110, detectadas en el contador 116. La SNR mide del alcance de la alteración debida al ruido experimentada por una señal (de energía) y viene definida por la relación entre la energía de la señal y la energía de ruido detectada que altera la señal. La CFR es una medida de los niveles de sensibilidad de cada portadora. Esta medida se define mediante un factor de ganancia que controla la sensibilidad de un sistema receptor.

50 En una forma de realización, los datos se modulan en las líneas de transmisión de las redes 108 y 110 mediante técnicas de división de datos/portadoras y diferentes bandas de frecuencias para abarcar varias portadoras. Una tecnología de transmisión utilizada es la multiplexación por división ortogonal de la frecuencia (OFDM), que transmite unas partes de una transmisión en un subcanal de una portadora seleccionada. Una línea de transmisión transmite datos modulados a través de un ancho de banda de frecuencias. Para un uso eficaz del ancho de banda, el ancho de banda disponible se segmenta en una serie de portadoras. Cada portadora transmite pues una transmisión completa o de esta.

55 En un protocolo de transmisión, al transmitir un mensaje, la cabecera 118 puede dividir la señal relacionada con el mensaje en varios segmentos y, a continuación, transmitir cada segmento en un rango de frecuencias diferentes definidas (como un canal) a través del rango de frecuencias disponible. En el extremo de recepción, el contador 116 puede extraer cada mensaje de cada canal para recomponer el mensaje original y, a continuación, procesarlo. Análogamente, cuando el contador 116 transmite un mensaje a la cabecera 118, la señal relacionada con el mensaje puede dividirse en varios segmentos y, a continuación, puede transmitirse cada segmento a la cabecera 118 en un rango de frecuencias diferentes definidas (como un canal) a través del rango de frecuencias disponible. Para prevenir conflictos de comunicación entre los mensajes enviados aguas abajo desde la cabecera 118 hasta los

5 contadores 116 y los mensajes enviados aguas arriba desde los contadores 116 hasta la cabecera 118 a través de una línea de transmisión determinada de las redes 108 y 110, una forma de realización puede asignar ciertos segmentos de tiempo de un ciclo de repetición a la transmisión aguas abajo desde la cabecera 118 y otros segmentos del ciclo a las transmisiones aguas arriba. Una forma de realización facilita 1536 portadoras para las redes LV y MV 110 y 108.

10 Se ha determinado que, en un punto dado del sistema 100, puede realizarse un análisis de las señales transmitidas en el mismo. Midiendo ciertas señales eléctricas (por ejemplo, la tensión o la corriente) a intervalos de tiempo determinados a través de ciertos rangos de frecuencias, es posible medir las señales eléctricas de los mensajes que se transmiten en el sistema 100. Dependiendo del tiempo de la medición y los protocolos de temporización de mensajería para el sistema 100, las señales detectadas pueden representar mensajes ascendentes o descendentes. Las mediciones pueden realizarse en la cabecera 118, el contador 116 o en puntos situados entre estos. En un punto de medición determinado, puede esperarse que los mensajes descendentes y ascendentes teóricos en un entorno de red de funcionamiento normal presenten unas señales medias medidas de ciertos valores.

15 Una forma de realización ofrece dos tipos de mediciones.

20 La SNR es un valor comparativo relativo que mide la calidad de una señal en relación con un nivel mínimo de ruido. La SNR de una portadora particular se determina midiendo una señal de energía eléctrica de una ubicación (por ejemplo, el contador 116) y dividiéndola por una señal de ruido detectada en esa ubicación. La señal de ruido representa una parte de una onda de radiofrecuencia destructora en la transmisión. El ruido puede estar en el entorno ambiental en el que se transmite la señal.

25 La CFR es un valor absoluto que mide la intensidad de una señal. La CFR se determina midiendo una señal de energía eléctrica en una ubicación (por ejemplo, el contador 116).

30 Como se ha indicado, las medidas pueden tomarse en cualquier punto del sistema 100. La cabecera 118 puede analizar las medidas realizadas en la cabecera 118. Para las medidas realizadas en los elementos situados a continuación de la cabecera 118 (por ejemplo, el contador 116), los datos de las medidas pueden facilitarse a la cabecera 118 por medio de un mensaje construido y enviado en la ubicación de medición.

35 Se ha descubierto que la SNR y la CFR son indicadores de rendimiento de transmisión de datos útiles de las redes 108 y 110 para el sistema 100. Los valores de SNR y CFR que tienden a disminuir (es decir, las relaciones más pequeñas) indican una degradación física de los medios eléctricos subyacentes (en concreto, la línea de energía eléctrica de una o ambas redes 108 y/o 110).

El sistema 100 aborda diversos desafíos ofreciendo la tecnología BPL. Una parte de las dificultades técnicas que una forma de realización puede necesitar vencer comprenden:

- 40 1. Las redes de cables de líneas de energía eléctrica no fueron diseñadas originalmente para transmitir otras señales de datos.
2. La impedancia característica se desconoce y no se controla a lo largo de las líneas de energía eléctrica.
- 45 3. La topología de la red de líneas de energía eléctrica se desconoce y no se controla.
4. En general, los niveles de ruido en las líneas de energía eléctrica dependen de las fuentes y ambientes externos.
- 50 5. El rendimiento de la red de líneas de energía eléctrica es muy sensible al nivel del ruido. Las características de supervisión de SNR y CFR se describen en dos secciones: configuración de recopilación de datos SNR y CFR e informes de rendimiento.

55 Así pues, en una forma de realización, la supervisión y presentación de informes SNR/CFR ofrecen una o más de las características siguientes:

1. Determinación de la banda de frecuencias óptima y ubicación de la inyección de señal durante la fase de despliegue;
- 60 2. Utilización de comunicaciones de líneas de energía eléctrica de banda ancha y recuperación en tiempo real de datos SNR y CFR para analizar el estado de la línea de energía eléctrica y las tendencias;
3. Análisis y extracción de datos SNR/CFR de una GUI para un operador de la cabecera 118;
- 65 4. Capacidad de realizar una operación de diagnóstico proactivo y/o

5. Mantenimiento de la fase para reducir los fallos de los cables y/o componentes de la red eléctrica.

La figura 13 ilustra unos procedimientos de configuración de recopilación de datos SNR/CFR, ejecutados a través de la cabecera 118, el NQM 206 y el módulo de comunicación 128 del contador 116. Los procedimientos de configuración se inician desde la cabecera 118. La cabecera 118, a través de su cliente de cabecera 204, permite a un usuario seleccionar el intervalo de recopilación de datos SNR/CFR, los tiempos de reintento y el valor de tiempo de espera. Tras la selección de los intervalos y otros requisitos de recopilación de datos, se envía una petición con una nueva configuración de la cabecera 118 a los contadores 116. En una forma de realización, el NQM 206 recibe la petición con nuevos ajustes de configuración desde el cliente de cabecera 206 a través de una conexión de zócalo enrollada en una estructura Qxt (marca comercial).

El NQM 206 es responsable de escribir nuevos ajustes en un archivo de configuración que, en una forma de realización, es compartido por los módulos aplicables de la cabecera 118, el NQM 206, el administrador configuraciones 208, el administrador de incidencias 210 y el administrador de peticiones de información ("IRM") 212. En otras formas de realización, los archivos de ajustes son independientes y se escriben para cada módulo.

De conformidad con los ajustes de configuración, el NQM 206 ejecuta automáticamente rutinas de recopilación de datos SNR/CFR a través de la cabecera 118 a fin de recuperar datos del módulo de comunicación 128 del contador 116.

El módulo de comunicación 128 utiliza algoritmos de recopilación de datos para generar datos SNR y CFR. Los datos SNR se calculan a partir de la relación señal-ruido de una portadora. Los datos pueden transmitirse a la cabecera 118 como una larga cadena de datos en fila. La cadena puede utilizar identificadores de objeto SNMP que el NQM 206 obtendrá del módulo de comunicación 130 y guardará en el servidor de base de datos 220 de la cabecera 118. El cliente de cabecera 204 puede recuperar la cadena SNR de la base de datos 220 y convertirla en un nivel de señal y representarla gráficamente en las interfaces gráficas de usuario en formato de gráfico, tabla u otros formatos visuales.

La figura 14 representa una forma de realización de la configurabilidad de la recopilación de datos SNR y CFR en la GUI del cliente para la cabecera 118. La cabecera 118 permite a los usuarios iniciar, mediante una GUI del cliente de cabecera 204, diversos mandatos que comprenden cualquiera de los siguientes:

1. De qué subredes deben recopilarse datos SNR y CFR. El sistema recopilará datos SNR y CFR de todos los dispositivos que pertenecen a las subredes seleccionadas en sus redes BPL;
2. Frecuencia de recopilación de datos para los datos SNR y CFR en situaciones normales;
3. Establecimiento de los umbrales SNR y CFR y/o
4. Identificación de las acciones que se emprenderán en una incidencia de infracción de umbral.

Las acciones posibles comprenden:

1. Envío de una comunicación para avisar al administrador de la red;
2. Cambio del intervalo de recopilación de datos SNR y CFR o
3. Inicio de la recopilación de datos sobre otro tipo de mediciones del rendimiento.

Además de ofrecer sondeo de datos de las condiciones operativas de las líneas de energía eléctrica de las redes 108 y/o 110, la cabecera 118 permite a un administrador de red determinar otros problemas de las redes del sistema 100.

La figura 15 ilustra una forma de realización por medio de la cual el usuario puede seleccionar datos SNR/CFR a través del enlace entre el nodo subordinado y el nodo principal. Los datos SNR/CFR pueden visualizarse en diversos estilos, que comprenden los estilos bi- y tridimensionales. En una forma de realización tal como la ilustrada en la figura 16, los datos SNR y CFR se presentan en una vista de tabla con filas, en la que el administrador de red puede pulsar sobre cualquiera de las filas de la vista de tabla para ver el gráfico de los datos SNR y CFR en la correspondiente línea de tiempo. La GUI del cliente de cabecera 204 puede ofrecer botones de navegación para que el usuario se desplace por los datos históricos SNR y CFR y observe el cambio de datos reales y la presentación del gráfico. Los cambios de SNR/CFR ayudan a predecir futuras tendencias.

La figura 17 ilustra unos ejemplos de etapas de procedimientos que forman parte de una forma de realización para predecir tendencias de las características del sistema 100. En los procedimientos participan el cliente de cabecera 204 y el IRM 212.

Una vez que un usuario ha seleccionado cierto nodo y enlace deseado, se selecciona el intervalo de tiempo y se envía una petición de consulta de datos SNR/CFR. Una petición se transmitirá a través de una conexión de zócalo entre el cliente de cabecera 204 y el IRM 212. El IRM 212 consultará la base de datos 220 con la petición de consulta recibida. Entonces, se envía un conjunto de datos SNR y CFR de nuevo al cliente de cabecera 204 si la consulta de datos se realiza con éxito. Ya que los datos obtenidos de la base de datos 220 son datos no procesados, es necesario que el cliente de cabecera 204 transfiera los datos a la base de datos 220 y la frecuencia y los visualice con la marca de la hora en un estilo de dos dimensiones.

La medición SNR y CFR se corresponde directamente con los cambios de características de la línea física. La tasa de cambio de los valores SNR y CFR puede medirse y utilizarse para predecir fallos de línea. Por ejemplo, antes de que una línea o un equipo de la línea de energía eléctrica fallen, a menudo emite chispas. Estas chispas pueden reflejarse en la SNR y la CFR como fluctuaciones ascendentes y descendentes. Midiendo el cambio de la SNR y la CFR, una forma de realización puede supervisar las señales de energía eléctrica recibidas y establecer valores umbral para indicar una condición de fallo potencial. Las tendencias y los cambios pueden determinarse comparando valores de "línea de base" con los valores detectados. A lo largo de una serie de mediciones pueden reconocerse puntas intermitentes y progresiones. Una punta intermitente (ya sea por encima o por debajo de los umbrales medios en ciertos momentos) puede indicar ruido o puede indicar un tipo de fallo específico. Análogamente, las tendencias pueden indicar otro tipo de fallo o condición.

Así pues, las características de recopilación de datos SNR y CFR y el mecanismo de predicción/detección de características de la línea de esta forma de realización del sistema 100 ofrecen un sistema que es apto para supervisar y regular no solo la transmisión eléctrica, sino también la detección de problemas en la línea de transmisión. Dicha detección permite al suministrador de energía determinar de antemano posibles fallos de una línea de transmisión y resolver cualquier problema en dicha línea a fin de evitar cortes eléctricos de gran escala.

En la presente divulgación, cuando un umbral o valor medido se expresa como un valor aproximado (por ejemplo, cuando el umbral va acompañado de la palabra "aproximadamente"), se considera que para ese valor es válido un rango de valores. Por ejemplo, para un umbral expresado como un valor aproximado, puede utilizarse un rango de valores que son aproximadamente un 25 % superiores y un 25 % inferiores al valor especificado. Los umbrales, los valores, las mediciones y las dimensiones de las características no limitan sino ilustran las formas de realización a menos que se indique lo contrario. Además, a título de ejemplo, una concordancia "suficiente" con un umbral determinado puede ser un valor que está dentro del umbral facilitado, teniendo en cuenta el valor aproximado aplicable al umbral y el rango de valores (por encima y por debajo) que se presupone que puede aplicarse para ese umbral.

Como se apreciará, las formas de realización relativas a circuitos, algoritmos, dispositivos, módulos, redes y sistemas pueden implementarse en una combinación de circuitos electrónicos, hardware, firmware y software. El firmware, el software, las aplicaciones y los módulos pueden facilitarse en código software ejecutable, que se almacena en un dispositivo de almacenamiento físico, y ejecutarse en el procesador de un dispositivo. Los circuitos pueden implementarse por completo o en parte a través de una combinación de componentes analógicos y/o digitales. En un circuito, un elemento puede conectarse con otro elemento ya sea directamente o bien a través de otro circuito. Cuando se determina que un primer elemento está conectado con otro elemento, puede considerarse que el primer elemento es un "circuito".

El firmware y el software pueden implementarse como una serie de procedimientos, aplicaciones y/o módulos que ofrecen las funcionalidades descritas en la presente memoria. Los algoritmos y procedimientos descritos en la presente memoria pueden ejecutarse en órdenes diferentes. Pueden utilizarse rutinas de interrupción. Los datos pueden almacenarse en los dispositivos volátiles y no volátiles descritos en la presente memoria y pueden actualizarse mediante el hardware, el firmware y/o el software.

Como se apreciará también, todos los procedimientos, algoritmos, etapas, etc. descritos en la presente memoria pueden tener lugar en una única entidad. Por ejemplo, los cálculos para la primera y/o segunda etapas pueden realizarse en el propio dispositivo. Uno o más módulos del dispositivo pueden encargarse de dichos cálculos. La presente divulgación divulga un procedimiento operativo para un dispositivo y/o un procedimiento para una función que actúa sobre el dispositivo. De forma alternativa, dichos cálculos pueden realizarse en una ubicación ajena (por ejemplo, un laboratorio de diseño) y los circuitos y cálculos resultantes pueden facilitarse al dispositivo.

La presente divulgación está definida por las reivindicaciones adjuntas, siendo la descripción precedente meramente ilustrativa de las formas de realización de la presente divulgación. Los expertos medios en la materia podrán concebir ciertas modificaciones a las formas de realización anteriores que, aunque no están descritas de manera explícita en la presente memoria, no se apartan del alcance de la presente divulgación definido por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Contador destinado a monitorizar el uso de energía eléctrica proporcionada por un sistema de energía eléctrica, comprendiendo el contador:

5 un módulo contador (116) conectado a una fuente de alimentación asociada con el sistema de transmisión de energía eléctrica para proporcionar lecturas relativas a la energía eléctrica;

10 una conexión a un suministro de energía eléctrica de corriente alterna (CA);

un circuito rectificador (312) conectado al suministro de energía eléctrica de CA para generar una señal de energía eléctrica de corriente continua (CC);

15 un circuito capacitivo (320) conectado a una salida del circuito rectificador, incluyendo el circuito capacitivo un condensador que almacena una tensión para proporcionar temporalmente energía eléctrica de sustitución al contador cuando el suministro de energía eléctrica de CA falla;

20 un circuito regulador de conmutación (316) conectado a la salida del circuito rectificador y el circuito capacitivo, convirtiendo el regulador de conmutación la señal de tensión de CC en una señal de tensión reducida para el módulo contador;

25 un circuito de detección de tensión conectado al circuito capacitivo destinado a detectar una condición de tensión baja en la que una salida del circuito capacitivo cae por debajo de un umbral operativo para el contador y a generar una señal de tensión baja tras la detección de la caída; y

30 un módulo de mensajería para recibir la señal de tensión baja y generar y enviar un mensaje al sistema de transmisión de energía eléctrica que avisa de la condición de tensión baja a través de la conexión al suministro de energía eléctrica de CA utilizando una portadora que presenta una frecuencia portadora comprendida entre 2 MHz y 30 MHz para puentear una discontinuidad en la conexión entre el contador y el sistema de transmisión de energía eléctrica.

2. Contador para monitorizar el uso de energía eléctrica según la reivindicación 1, en el que:

35 el módulo contador (116) está configurado para mantener un reloj interno para la sincronización con un reloj mantenido por una cabecera.

3. Contador para monitorizar el uso de energía eléctrica según la reivindicación 2, en el que:

40 el módulo contador (116) está configurado para ajustar el reloj interno con el reloj mantenido por la cabecera cuando se detecta una discrepancia entre el reloj interno y el reloj mantenido por la cabecera.

4. Contador para monitorizar el uso de energía eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que tras la detección de la condición de tensión baja, el módulo contador (116) está configurado para:

45 rastrear un tiempo no sincronizado del contador, comenzando el tiempo no sincronizado en un tiempo asociado con la detección de la condición de tensión baja.

5. Contador para monitorizar el uso de energía eléctrica según la reivindicación 4, en el que tras el reinicio del contador, el módulo contador (116) está configurada para:

50 comparar el tiempo no sincronizado con un reloj mantenido por una cabecera.

6. Procedimiento para monitorizar el uso de energía eléctrica proporcionada por un sistema de transmisión de energía eléctrica a un sitio, comprendiendo el procedimiento:

55 cargar un circuito capacitivo situado entre un circuito rectificador conectado a un suministro de energía eléctrica de corriente alterna (CA) para el contador que genera una señal de energía eléctrica de corriente continua (CC) para el contador y un circuito regulador de conmutación conectado a la salida del circuito rectificador, convirtiendo el regulador de conmutación la señal de tensión CC en una señal de tensión reducida para el módulo contador;

60 cuando el suministro de energía eléctrica CA falla, descargar el circuito capacitivo para proporcionar tensión al contador; y

65 cuando una tensión procedente del circuito capacitivo cae hasta un nivel de salida bajo situado por debajo de un umbral operativo para el contador y se detecta, generar y enviar un mensaje al sistema de transmisión de

energía eléctrica que avisa del bajo nivel de salida a través de una conexión con el suministro de energía eléctrica de CA utilizando una portadora que presenta una frecuencia portadora comprendida entre 2 MHz y 30 MHz para puentear una discontinuidad en la conexión entre el contador y el sistema de transmisión de energía eléctrica.

5 7. Procedimiento para monitorizar el uso de energía eléctrica proporcionada por un sistema de transmisión de energía eléctrica a un sitio en un contador según la reivindicación 6, que comprende además:

10 mantener un reloj interno en el contador para la sincronización con un reloj mantenido por una cabecera; y  
ajustar un reloj interno con el reloj mantenido por la cabecera cuando se detecta una discrepancia entre el reloj interno y el reloj mantenido por la cabecera.

Fig. 1A

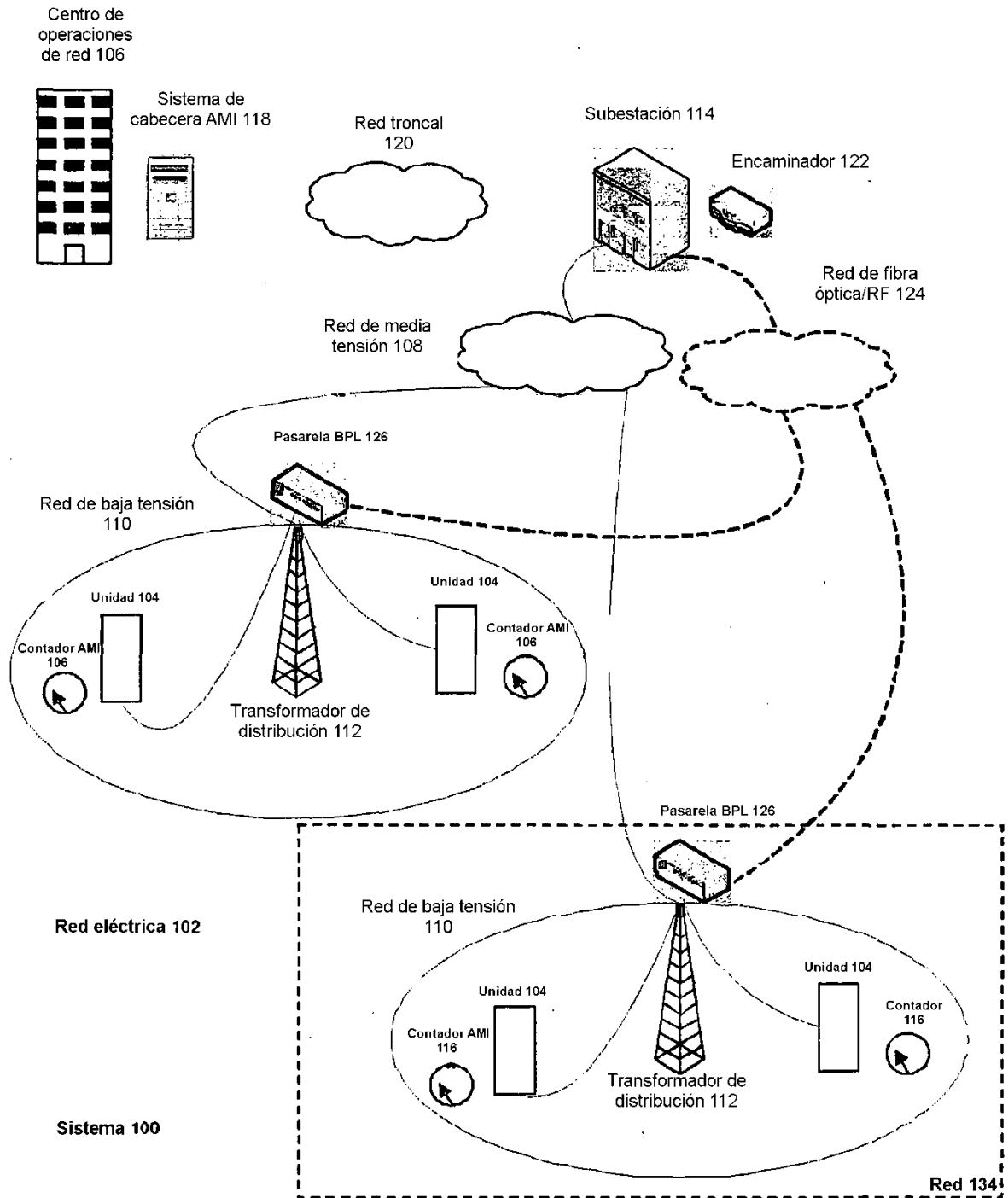


Fig. 1B

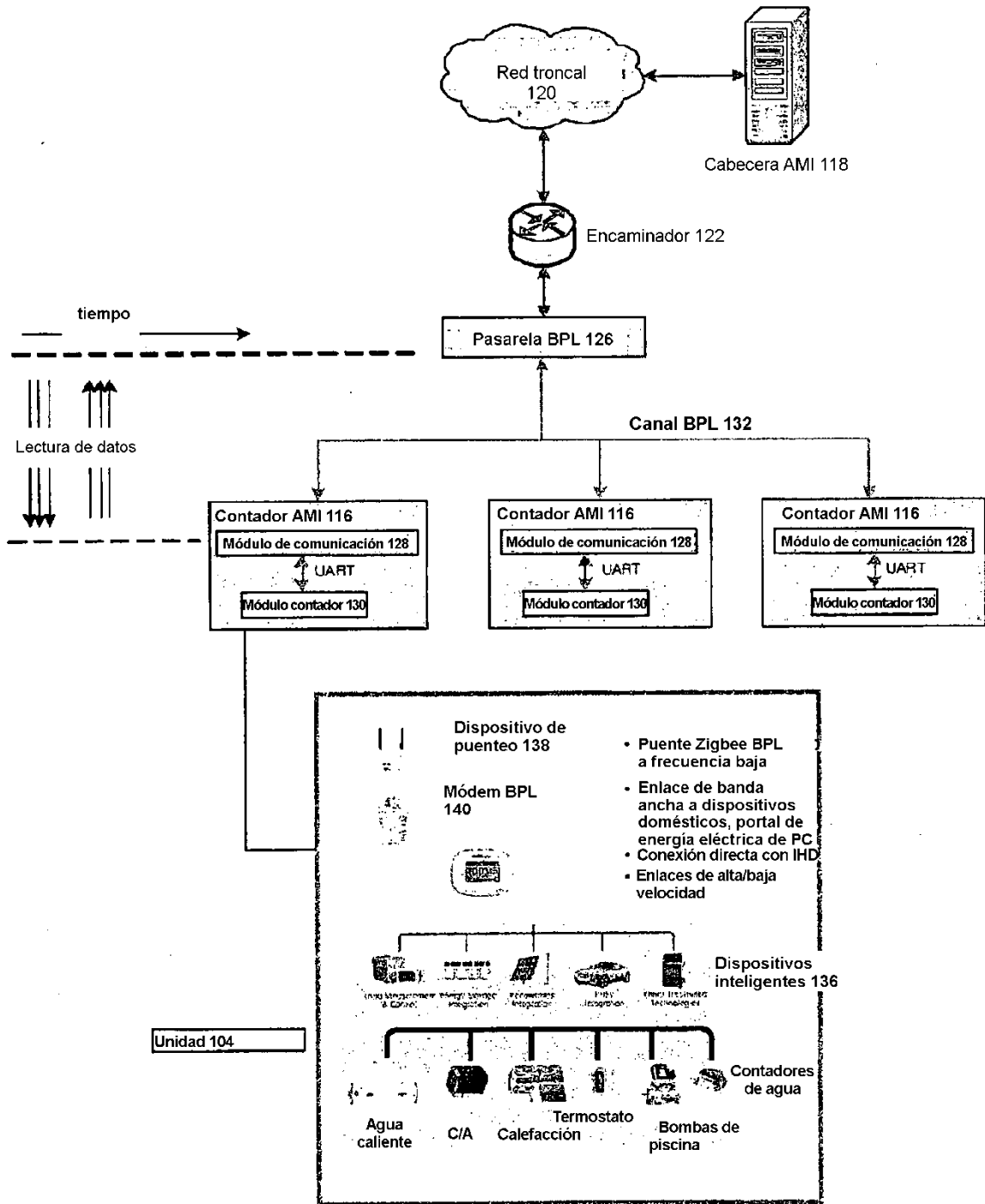




Fig. 1C

138

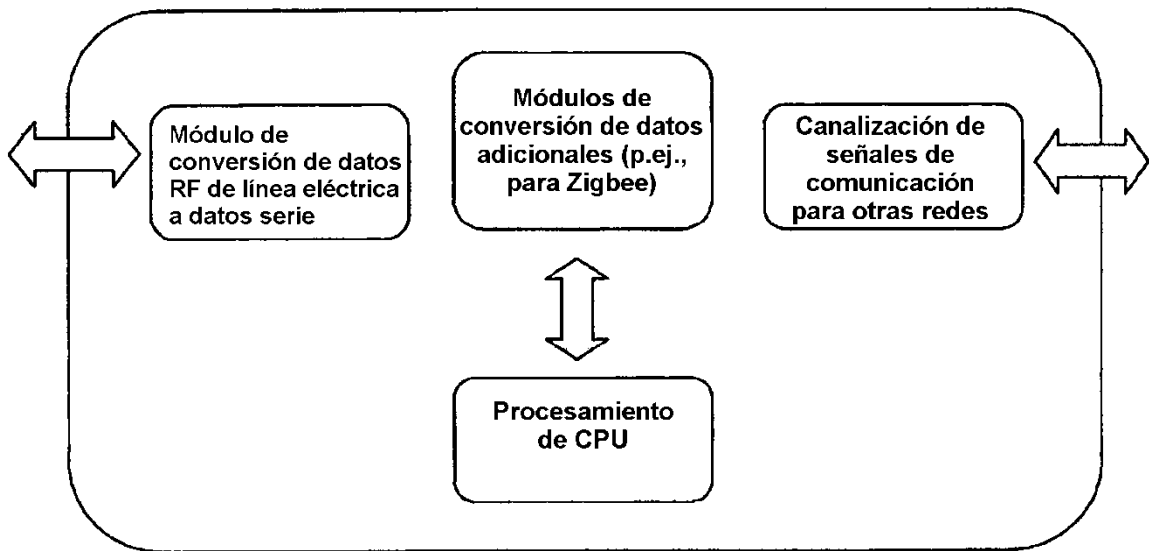


Fig. 2A

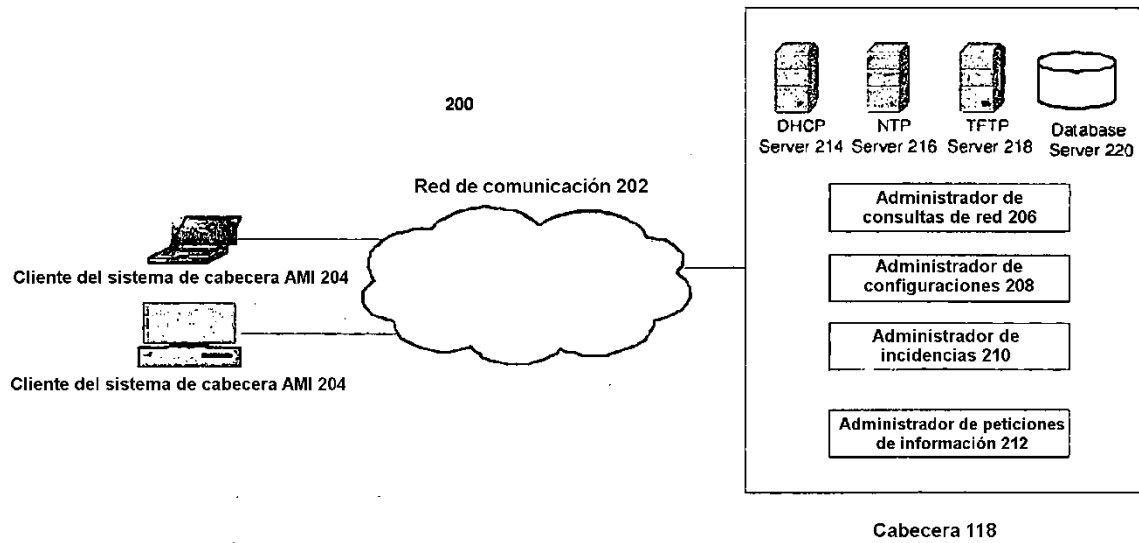


Fig. 2B

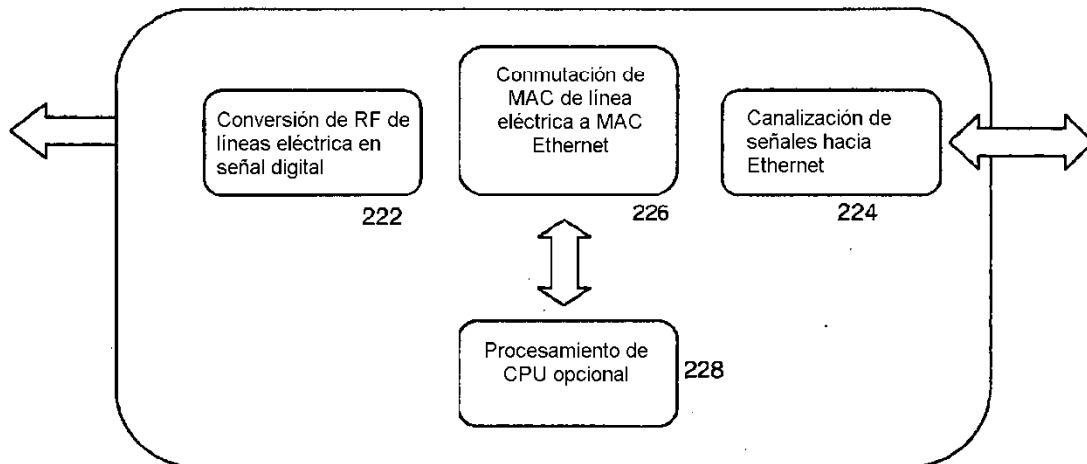


Fig. 3A

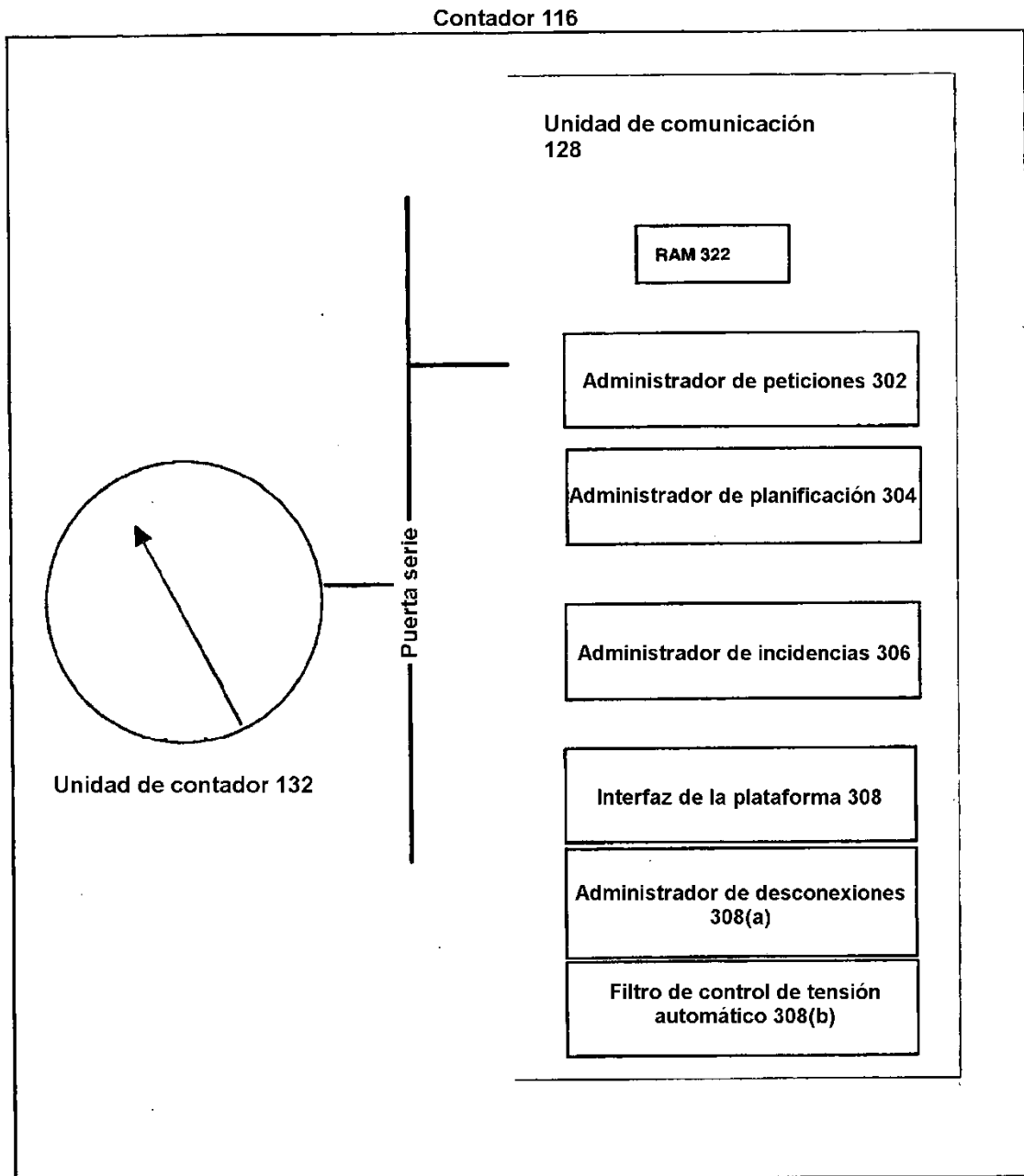


Fig. 3B

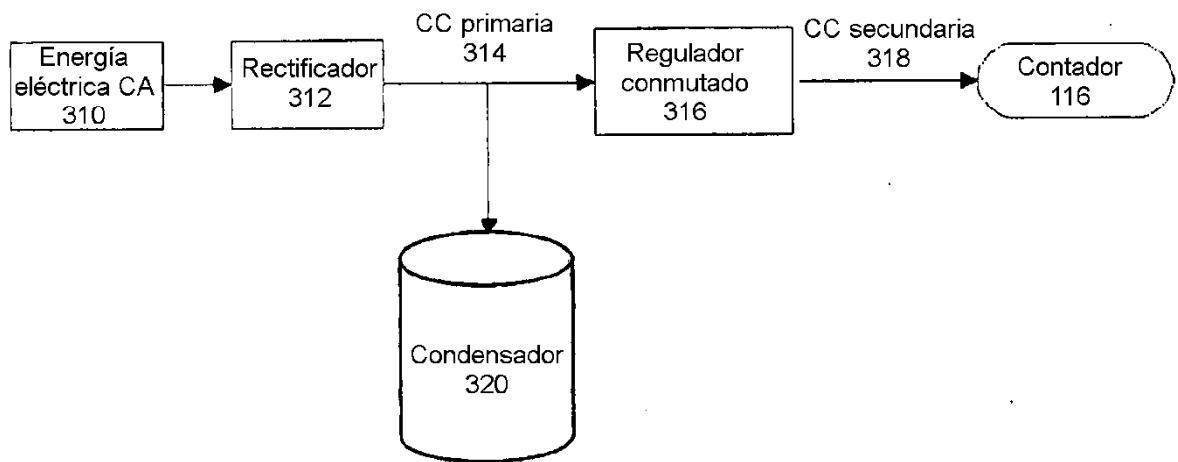


Fig. 4

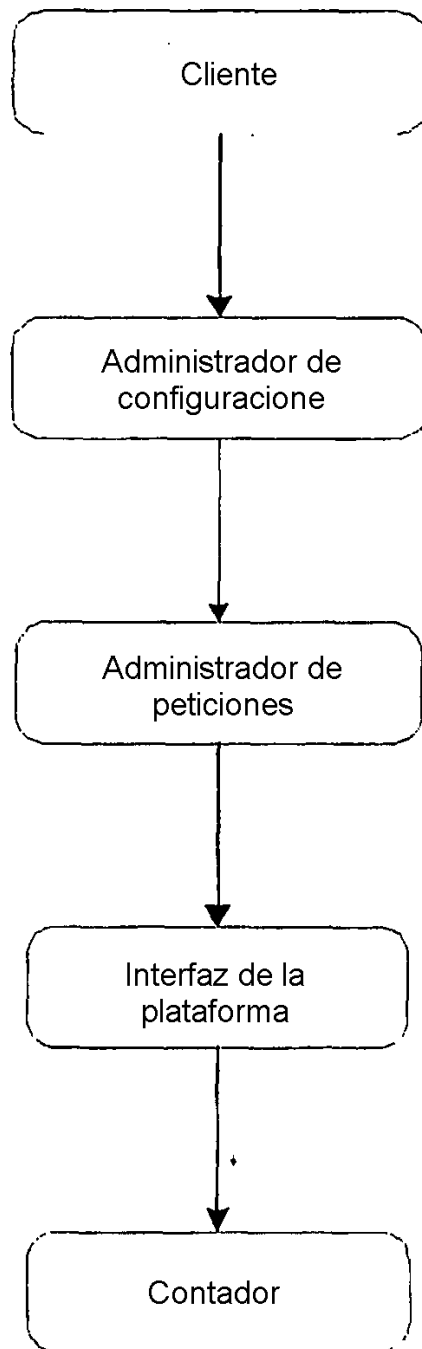


Fig. 5

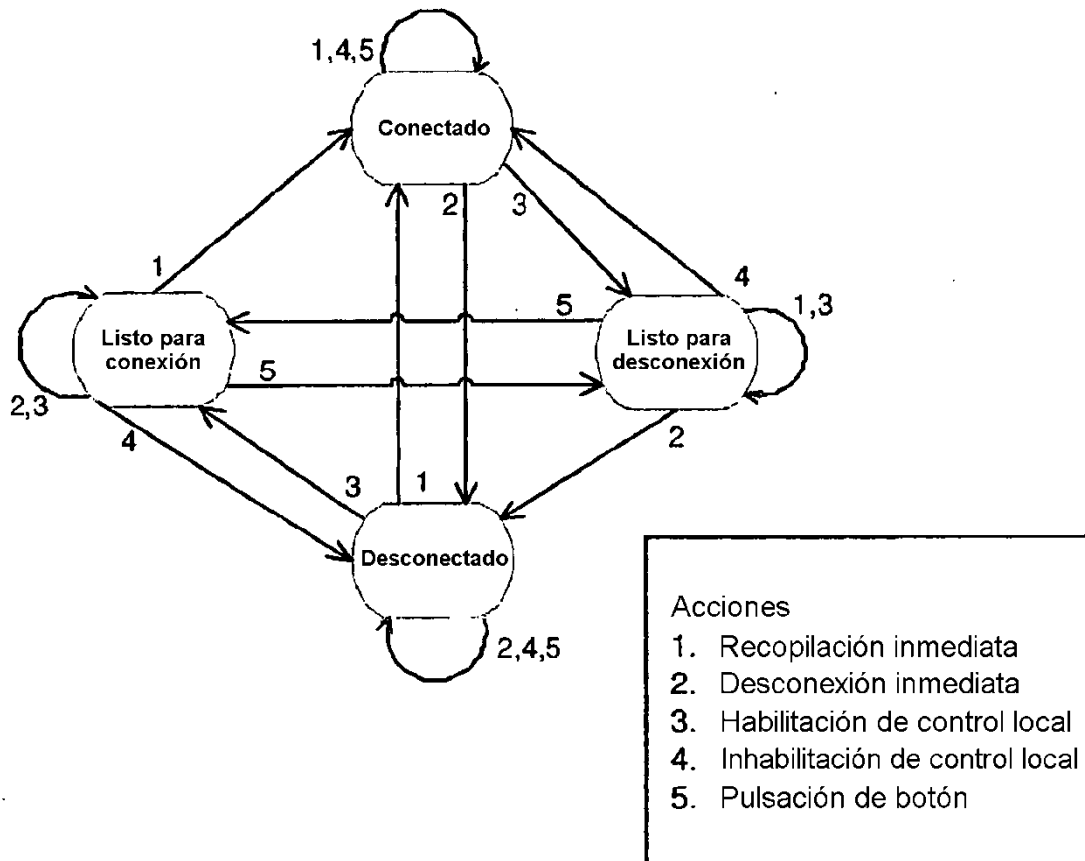
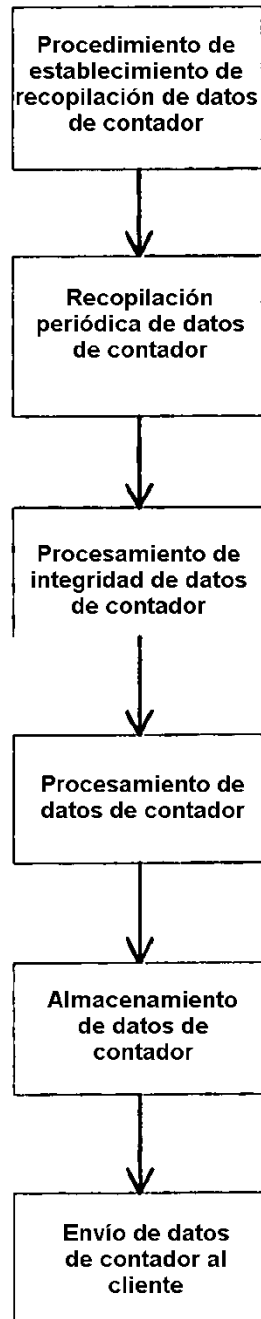


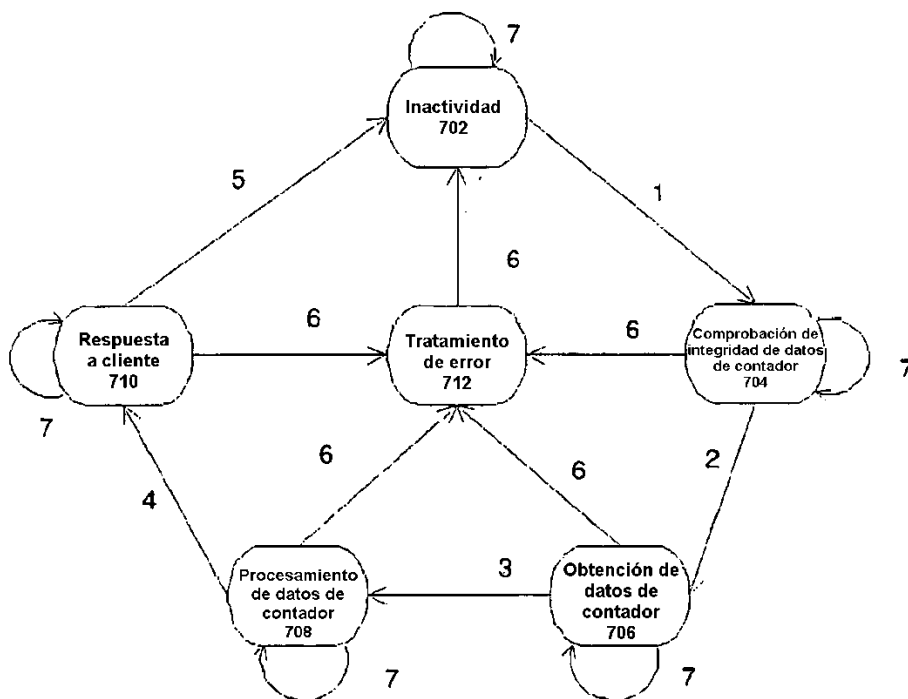
Fig. 6



**Lectura periódica de datos de contador**

Fig. 7

700



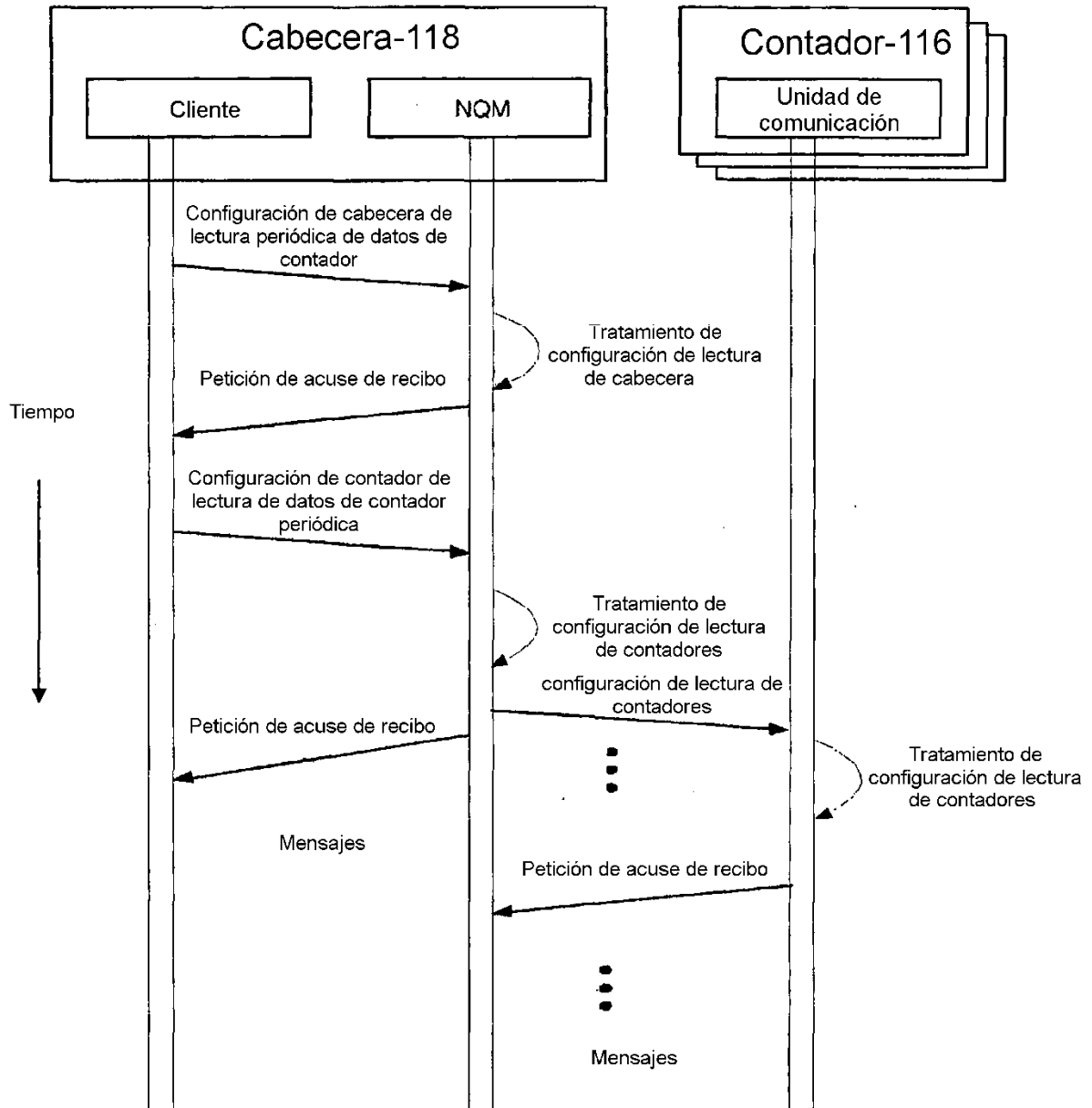
Lectura periódica de datos de contador

**Acciones:**

1. Inicio de recopilación de datos de contador
2. Inicio de obtención de datos de contador
3. Inicio de procesamiento de datos de contador
4. Inicio de respuesta a cliente
5. Fin de todas las tareas
6. Controles de error
7. En espera

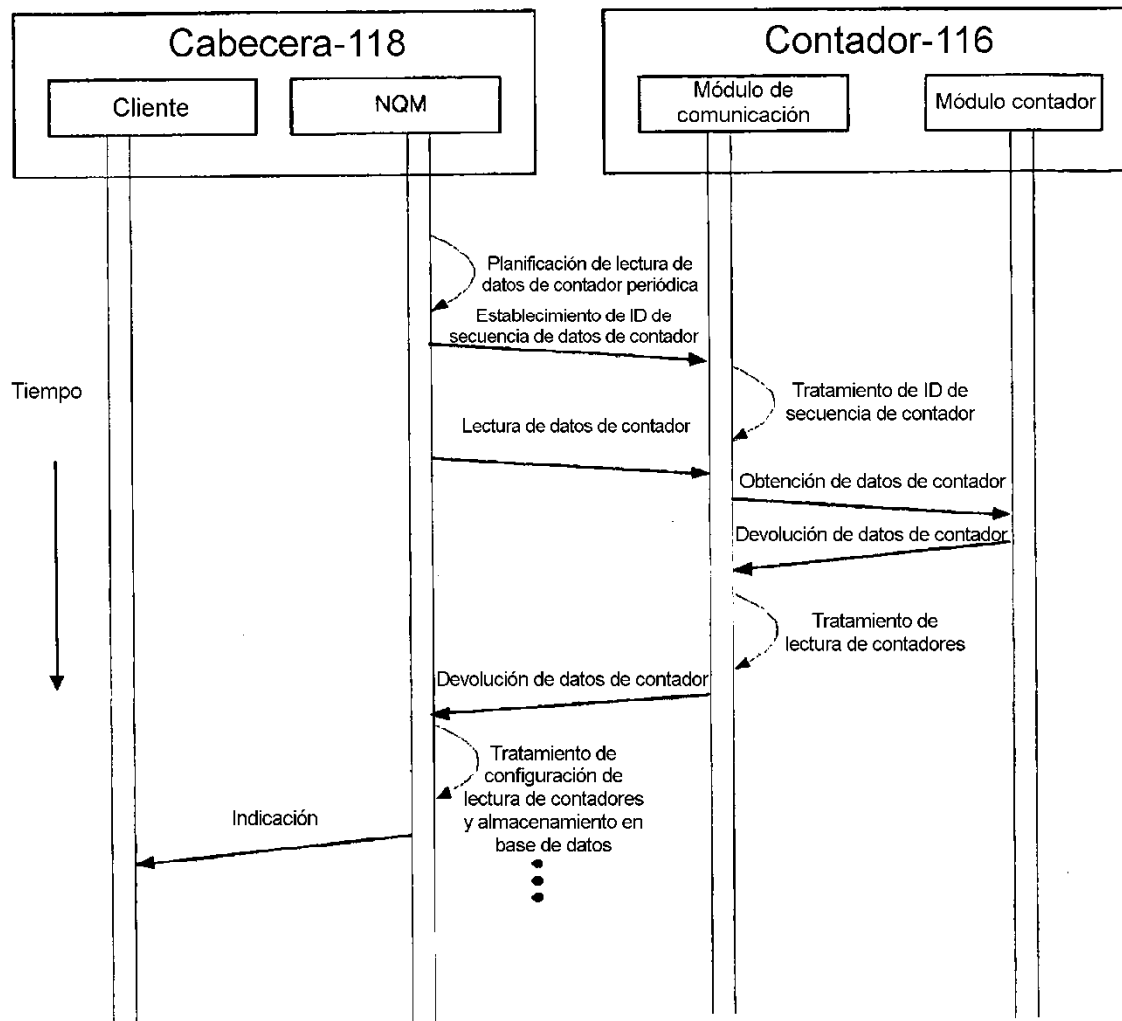


Fig. 8



Configuración periódica de datos de contador

Fig. 9



Lectura periódica de datos de contador

Fig. 10

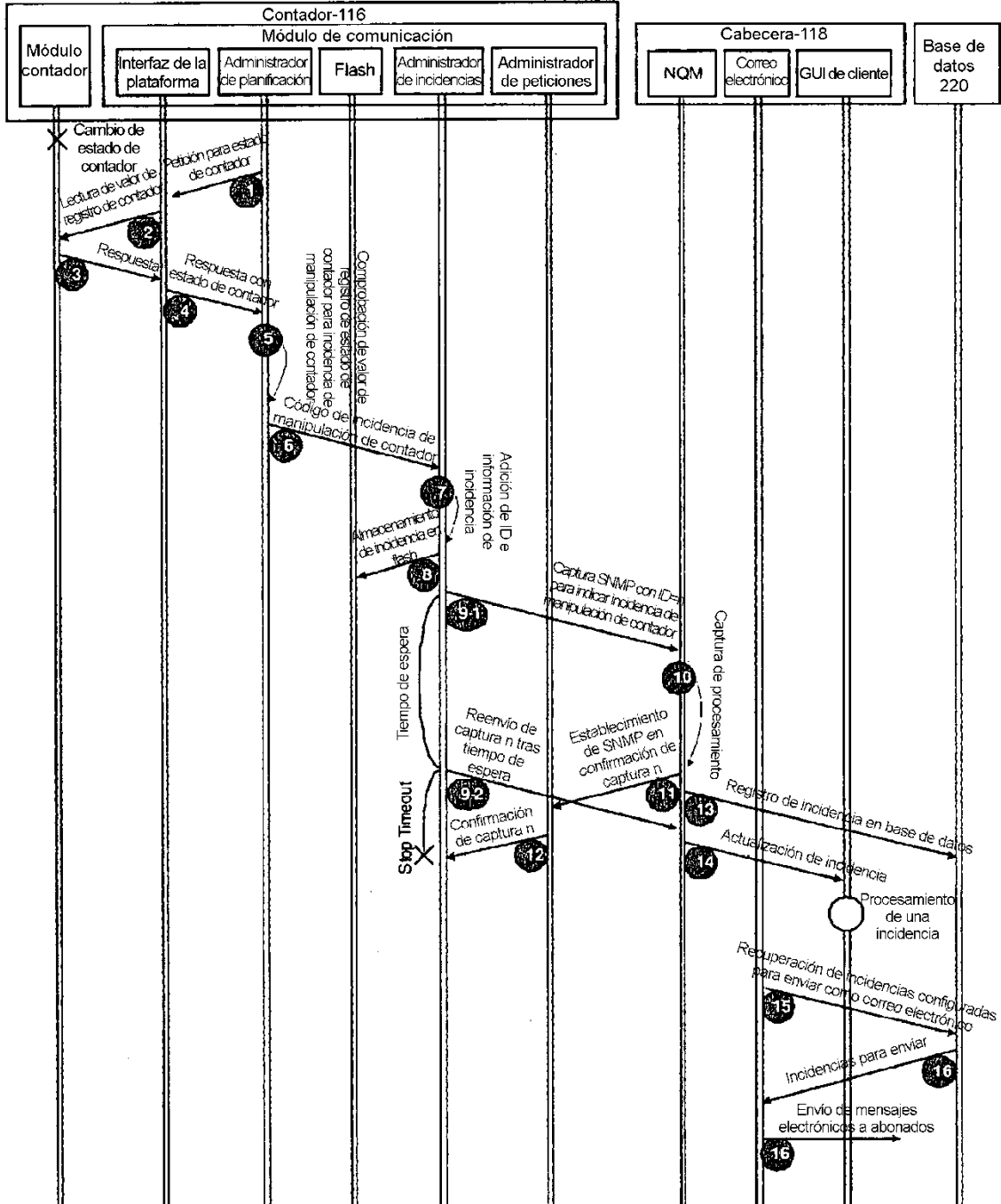


Fig. 11

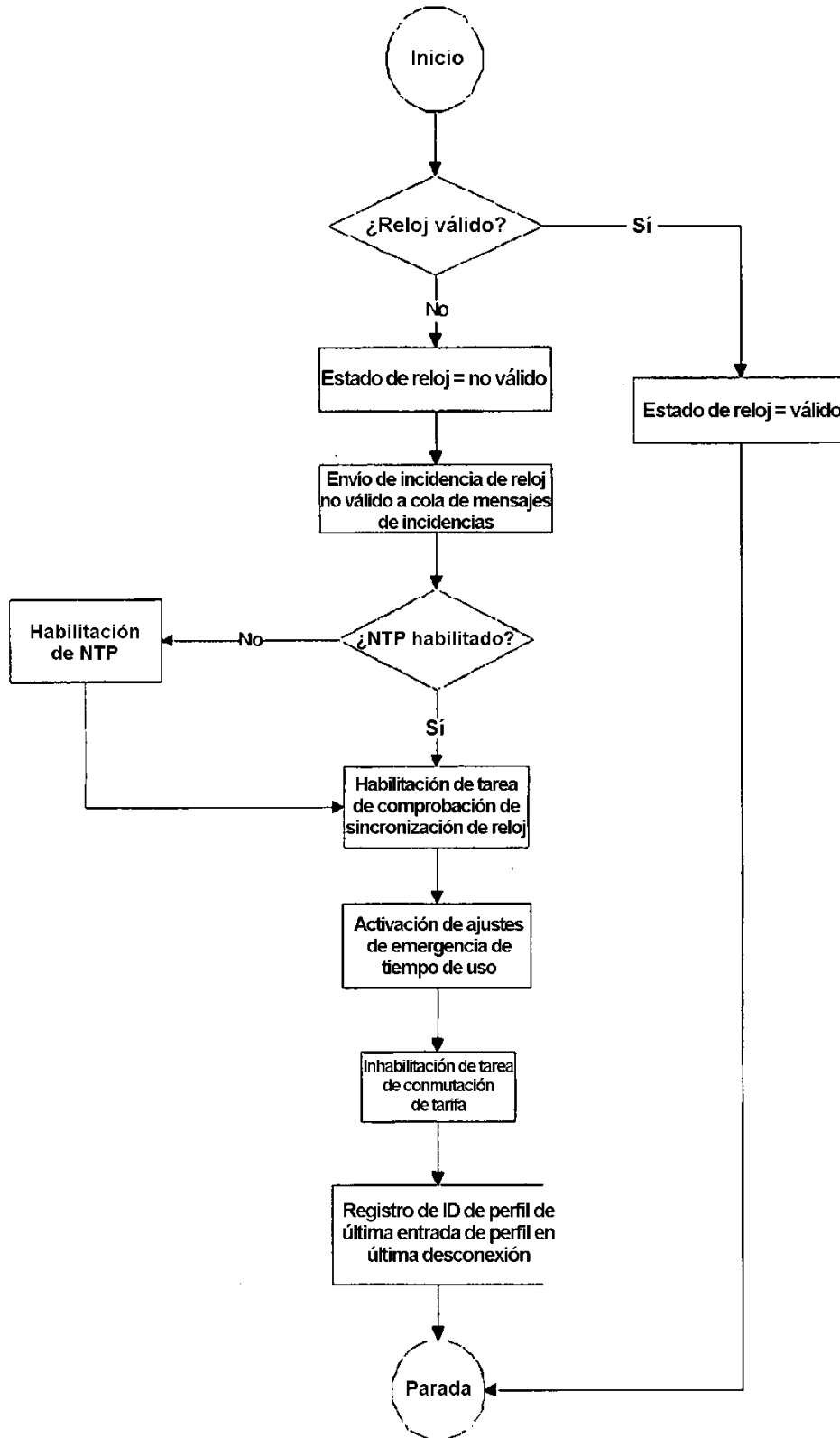


Fig. 12

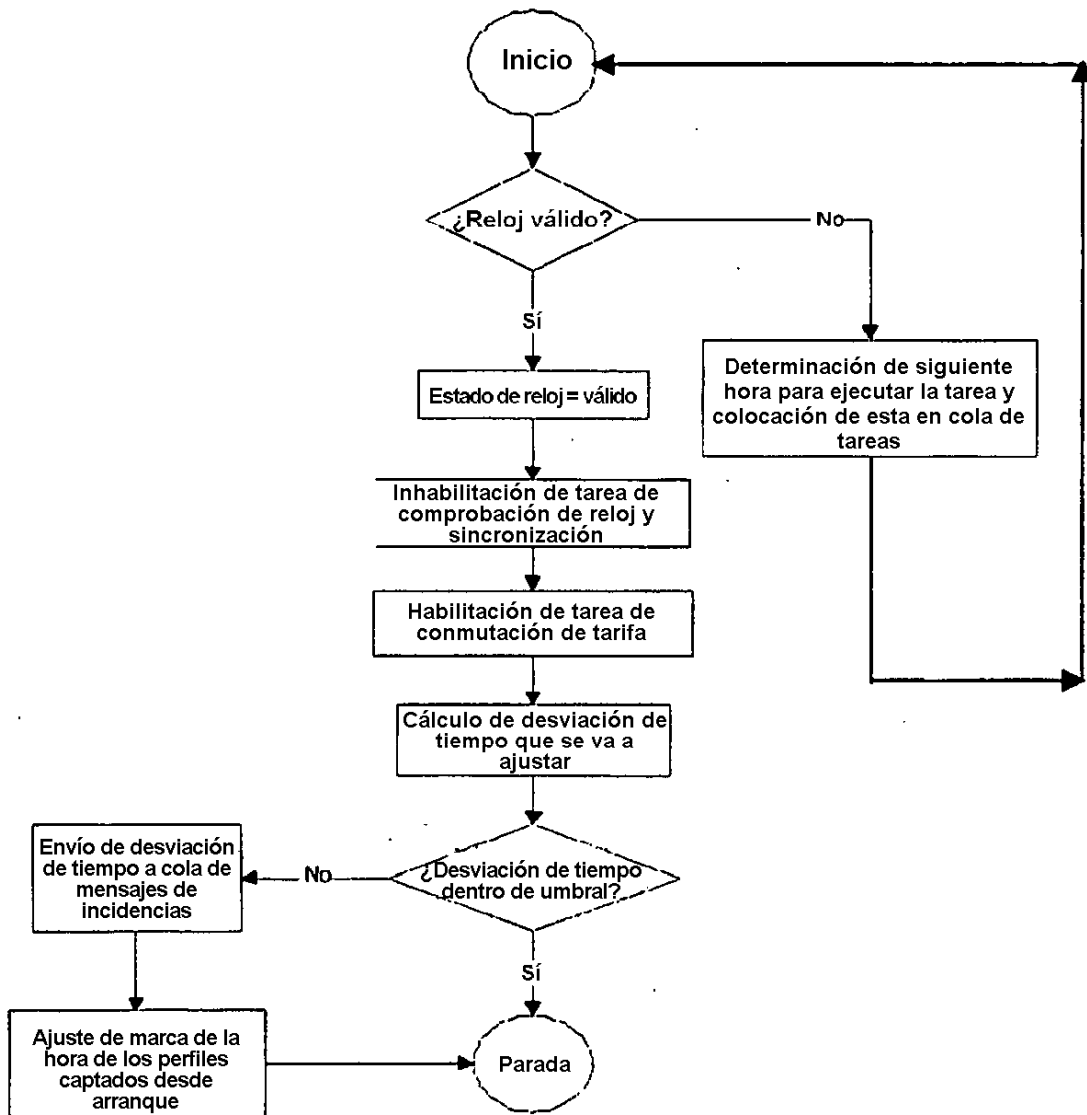


Fig. 13

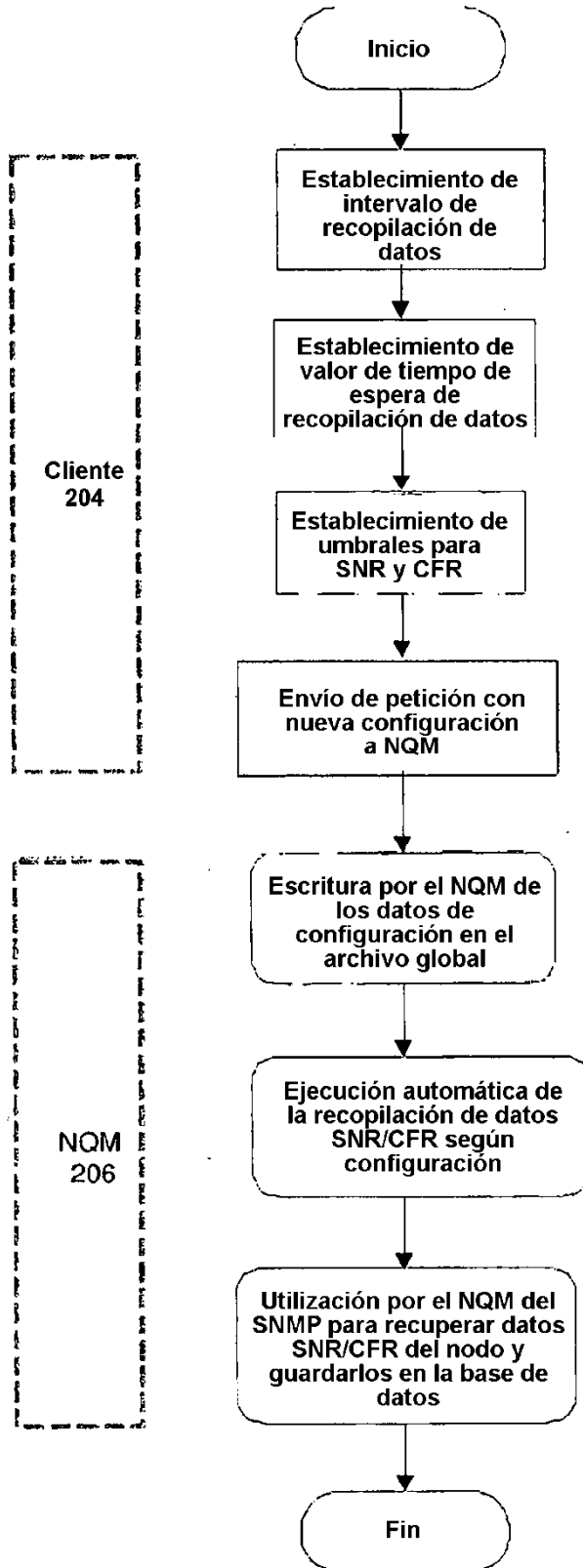


Fig. 14

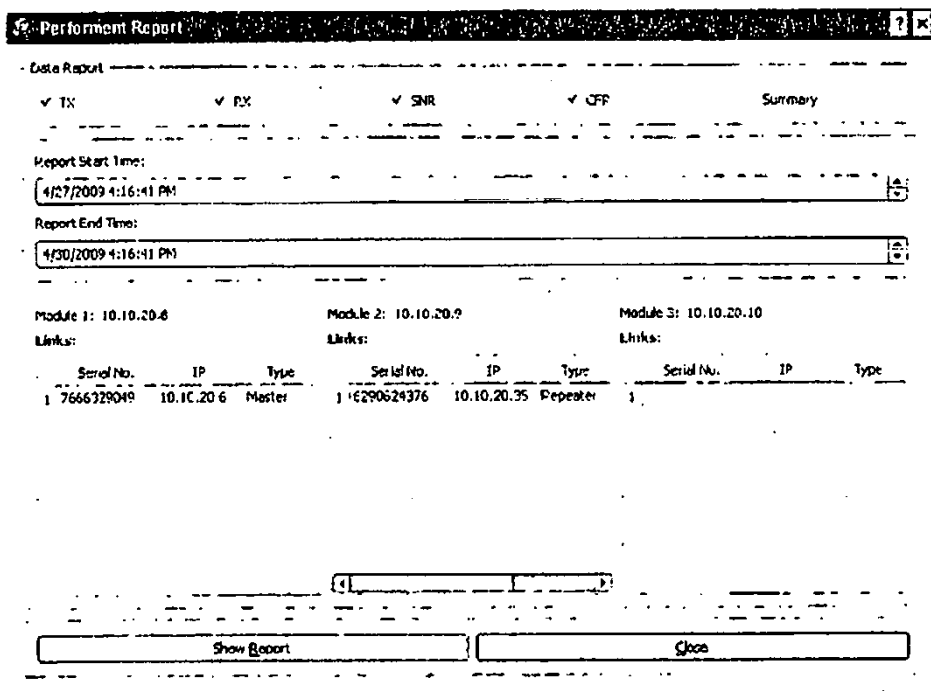
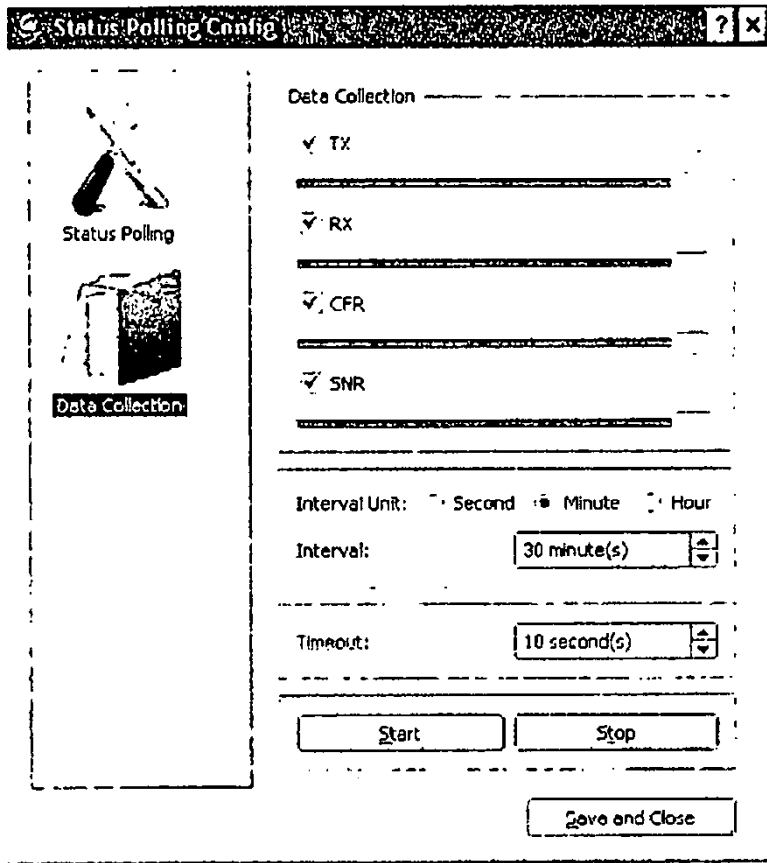


Fig. 15

Fig. 16

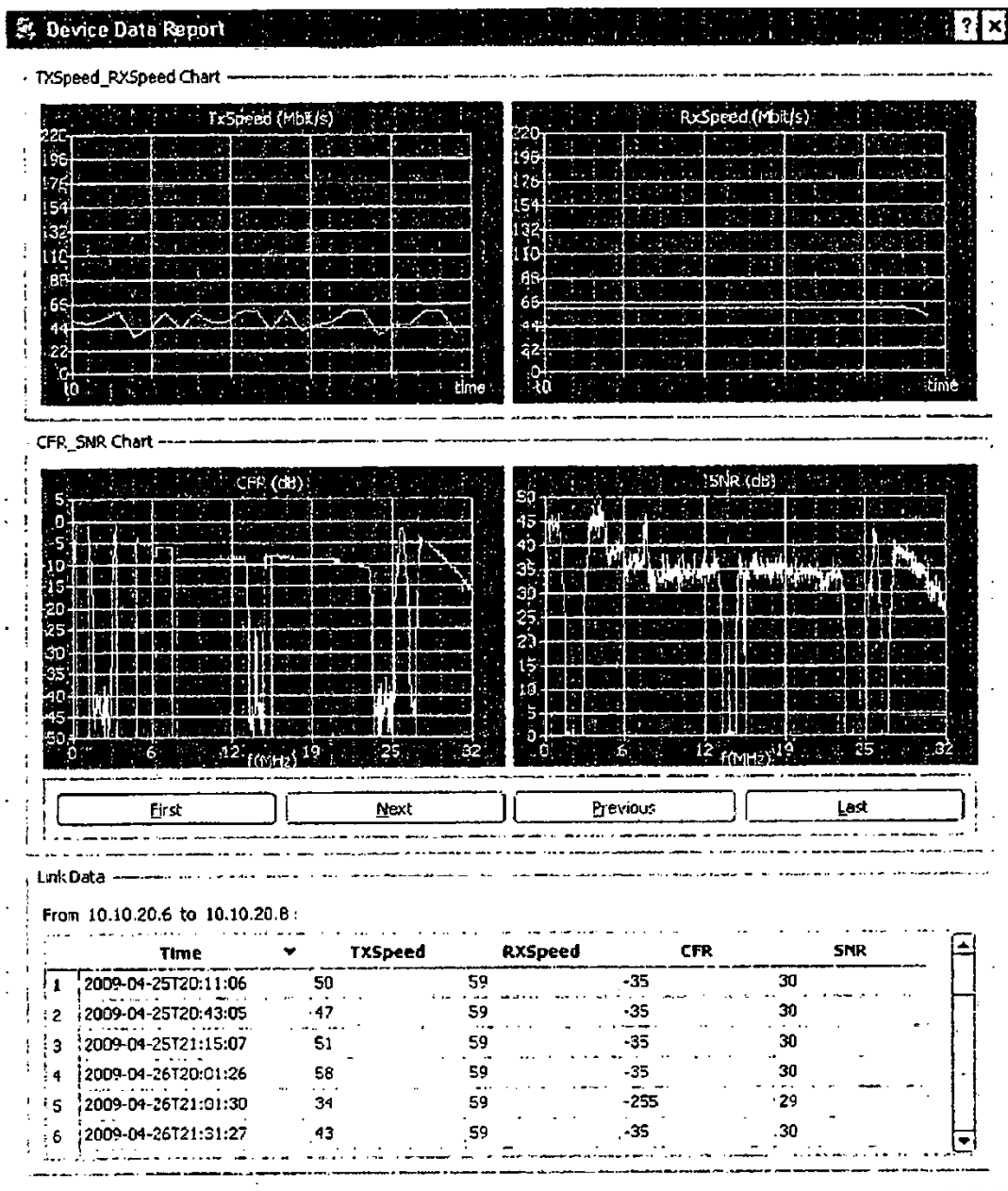




Fig. 17

