

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 741**

51 Int. Cl.:

H04B 3/54

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2015 E 15171443 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2961077**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la comunicación a través de un tramo de media tensión multifásico, así como red y unidad de control**

30 Prioridad:

23.06.2014 DE 102014211994

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

07.05.2018

73 Titular/es:

**POWER PLUS COMMUNICATIONS AG (100.0%)
Am Exerzierplatz 2
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**RINDCHEN, MARKUS y
RAQUET, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 666 741 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 la comunicación a través de un tramo de media tensión multifásico, así como red y unidad de control

5 La invención se refiere a un sistema para la comunicación a través de un tramo de media tensión multifásico mediante banda ancha sobre líneas eléctricas (Breitband-Powerline, BPL), estando previsto para cada fase del tramo de media tensión un cable de media tensión, comprendiendo el sistema varios módems BPL, estando conectados los módems BPL en cada caso a uno de los cables de media tensión y estando configurados los mismos para transmitir y recibir paquetes de datos a través del cable de media tensión, conectado en cada caso, hacia y/o desde un módem BPL distante. La invención se refiere también a un procedimiento correspondiente, una unidad de control, así como una red.

15 La comunicación mediante banda ancha sobre líneas eléctricas (Breitband-Powerline, BPL) a nivel de media tensión (o sea, tensiones alternas con valores efectivos entre 1 kV y 52 kV) va a tener una importancia cada vez mayor en un futuro próximo e inmediato. Esto se debe en particular a la creciente ampliación de redes eléctricas inteligentes (las llamadas smart grids). En este sentido, los generadores de corriente, los dispositivos de almacenamiento de energía, los consumidores eléctricos y los equipos se conectan entre sí en las redes de suministro eléctrico a fin de conseguir un funcionamiento eficiente y seguro de todo el sistema de suministro eléctrico. La comunicación entre los componentes individuales requiere una red de largo alcance estable y fiable y al respecto sería muy adecuada, en principio, la BPL a nivel de media tensión.

25 En la banda ancha sobre líneas eléctricas (BPL) se modulan señales en un intervalo de frecuencia habitual entre uno y 30 MHz en líneas de suministro eléctrico ya existentes, lo que posibilita el intercambio de paquetes de datos, sin necesidad de instalar líneas dedicadas. La utilización de la BPL resulta entonces particularmente interesante, sobre todo, si la puesta a disposición de otras tecnologías, tales como las fibras de vidrio o las variantes DSL, generara costes muy altos. Esto ocurre en particular en zonas urbanas, en las que, por ejemplo, una instalación de fibras de vidrio requiere medidas de construcción subterránea muy costosas.

30 En los procedimientos conocidos en la práctica para la comunicación mediante BPL a nivel de media tensión, los procedimientos conocidos del nivel de baja tensión (o sea, tensiones alternas con valores efectivos de hasta 1000 V) se transmiten a nivel de media tensión. Un módem BPL se modula usualmente mediante dispositivos de acoplamiento adecuados entre dos fases o, si hay un conductor neutro o un conductor de puesta a tierra, entre una fase y el conductor neutro o el conductor de puesta a tierra. La desventaja aquí radica en que no se puede conseguir a menudo una calidad de red y una seguridad de transmisión suficientes.

40 Dado que la comunicación a nivel de media tensión se utiliza frecuentemente como red troncal (backbone) para aplicaciones en la red de baja tensión, los requerimientos en el sector de media tensión son claramente más altos que en el sector de baja tensión. Además de la función como red troncal para aparatos BPL en la red de baja tensión, mediante la BPL de media tensión (o sea, la BPL a nivel de media tensión) se operan también diferentes aplicaciones de las redes de media tensión (por ejemplo, la monitorización y el control de transformadores o la monitorización de instalaciones fotovoltaicas) que son muy exigentes asimismo en relación con la transmisión de datos. Por consiguiente, en la red de media tensión se requieren concretamente una alta tasa de transferencia de datos, latencias más bajas, así como una gran robustez o seguridad contra fallos y una alta redundancia. Estos requerimientos no se pueden cumplir de manera suficiente mediante la transmisión de tecnologías de baja tensión conocidas a nivel de media tensión.

50 Por el documento US2011/140911A1 es conocido un sistema para la comunicación fiable de datos a través de líneas de suministro eléctrico. Aquí se dan a conocer nodos repetidores que presentan interfaces para una conexión a dos o más líneas de media tensión y en los que un módulo repetidor está disponible para cada línea de media tensión conectada. Cada módulo repetidor comprende dos procesadores PLC que cubren respectivamente una "dirección de comunicación" en la línea de media tensión conectada. Para separar las direcciones de comunicación en la línea de media tensión se han colocado en el punto de acoplamiento ferritas alrededor de la línea, que atenúan en gran medida las señales PLC en una dirección y posibilitan, por tanto, una transmisión en solo una dirección desde el punto de acoplamiento. De este modo se puede evitar ampliamente una superposición de las señales PLC transmitidas y procesadas con las señales PLC que se han de transmitir. Además, pueden estar configuradas diferentes bandas de frecuencia en el espectro PLC, por lo que mediante el cambio de la banda de frecuencia para la recepción y la transmisión de una señal PLC se evita un solapamiento. La puesta a disposición de una red con este tipo de nodos repetidores permite mejorar la fiabilidad de la comunicación de datos. No obstante, este sistema puede cumplir solo de manera limitada los requerimientos mencionados antes.

65 La presente invención tiene el objetivo de configurar y perfeccionar un sistema y un procedimiento del tipo mencionado al inicio de modo que sea posible una comunicación fiable y lo más segura posible contra fallos a través de un tramo de media tensión multifásico.

Según la invención, el objetivo anterior se consigue mediante las características de la reivindicación 1. De acuerdo

con dicha reivindicación, el sistema en cuestión está caracterizado por:

5 una unidad de control conectada de manera que se comunica con al menos dos de los módems BPL en un lado del tramo de media tensión, presentando la unidad de control una interfaz de enlace de subida (uplink) y estando configurada la unidad de control para transmitir un paquete de datos, recibido a través de la interfaz de enlace de subida, sobre la base de un conjunto de reglas al menos a uno de los módems BPL conectados para la transmisión del paquete de datos a través del tramo de media tensión,
 10 estando configurada la unidad de control durante la transmisión de un paquete de datos, recibido por la unidad de control a través de la interfaz de enlace de subida, para repartir las cargas entre todos los módems BPL conectados a la unidad de control, y pudiéndose establecer una conexión punto a punto a través del tramo de media tensión, creando los módems BPL en cada caso por pares en ambos extremos de la conexión punto a punto un canal de comunicación mediante uno de los cables de media tensión y estando dispuesta una unidad de control en ambos extremos de la conexión punto a punto.

15 En la reivindicación secundaria 13 está reivindicada una unidad de control que se puede utilizar en el sistema según la invención.

20 En la reivindicación secundaria 14 está reivindicada una red formada al menos en una sección parcial de acuerdo con el sistema según la invención.

El objetivo anterior en relación con el procedimiento se consigue mediante las características de la reivindicación 15. De acuerdo con dicha reivindicación, el procedimiento en cuestión comprende las etapas:

25 recibir un paquete de datos a través de una interfaz de enlace de subida de una primera unidad de control, transmitir el paquete de datos al menos a uno de los varios módems BPL conectados a la unidad de control, el primer módem BPL, sobre la base de un conjunto de reglas, repartiéndose las cargas entre todos los módems BPL conectados a la unidad de control durante la transmisión del paquete de datos,
 30 recibir el paquete de datos en el primer módem BPL, transmitir el paquete de datos mediante el primer módem BPL a través de un canal de comunicación a un segundo módem BPL, estando configurado el canal de comunicación en forma de una conexión punto a punto mediante uno de los cables de media tensión,
 35 transmitir el paquete de datos, recibido por el segundo módem BPL, a una segunda unidad de control y enviar el paquete de datos, recibido en la segunda unidad de control, a través de una interfaz de enlace de subida de la segunda unidad de control.

40 Según la invención se ha comprobado primero que, a diferencia de la mayoría de las redes de baja tensión, los cables de media tensión, que forman un tramo de media tensión, pueden formar canales de comunicación muy separados mutuamente. En redes de baja tensión, los conductores individuales para las distintas fases de la red de baja tensión están dispuestos casi siempre tan cerca uno de otro que las señales BPL se sobreacoplan significativamente de un conductor a otro. En el sector de media tensión, por el contrario, los conductores deben estar blindados uno contra otro mediante medidas especiales o presentan una distancia relativamente grande entre sí para impedir un cortocircuito, por ejemplo, a causa de una descarga de arco voltaico, en situaciones operativas normales. Esto origina el efecto secundario positivo de que de no se produce prácticamente una diafonía entre
 45 señales BPL de un conductor para una fase a un conductor para otra fase. Por consiguiente, se pueden formar canales de comunicación ampliamente independientes en los cables de media tensión.

Según la invención, este conocimiento se aprovecha para garantizar una comunicación fiable y lo más segura contra fallos a través de un tramo de media tensión multifásico. Según la invención, en el sistema se utilizan varios módems BPL conectados en cada caso a uno de los cables de media tensión que forman el tramo de media tensión. Los módems BPL están configurados de modo que pueden enviar y recibir paquetes de datos a través del cable de media tensión, conectado en cada caso, mediante BPL. A tal efecto, un paquete de datos a transmitir se codifica mediante una señal BPL y se acopla al cable de media tensión conectado. En un lado del tramo de media tensión están dispuestos respectivamente varios (o sea, al menos dos) módems BPL. Estos módems en un lado del tramo
 50 de media tensión están conectados de manera que se comunican con una unidad de control.

La unidad de control presenta una interfaz de enlace de subida, a través de la que se pueden recibir y enviar los paquetes de datos. La unidad de control está configurada según la invención para transmitir un paquete de datos, recibido a través de la interfaz de enlace de subida, al menos a uno de los módems BPL conectados. Esta
 60 transmisión se realiza sobre la base de un conjunto de reglas que está almacenado preferentemente en la unidad de control. El conjunto de reglas define cómo se debe enviar un paquete de datos y a través de qué módem conectado o módems conectados. Un módem BPL, que recibe un paquete de datos transmitido por la unidad de control, transmite el paquete de datos recibido a través del tramo de media tensión a otro módem BPL, dispuesto a distancia del módem BPL en el tramo de media tensión. Esto permite responder de una manera flexible a cambios dentro del
 65 tramo de media tensión sobre la base de un cambio del conjunto de reglas al cambiarse, por ejemplo, el módem BPL seleccionado para un paquete de datos. De este modo, el sistema según la invención puede implementar una

comunicación extremadamente fiable mediante BPL a través del tramo de media tensión.

Con la transmisión simultánea de un paquete de datos a varios módems BPL mediante una unidad de control se pueden conseguir vías de transmisión redundantes, lo que permite aumentar la robustez de la transmisión y reducir la probabilidad de pérdida de un paquete. Si una unidad de control distante recibe un paquete de datos a través de varios módems BPL conectados, esta unidad de control procesaría solo un paquete de datos y descartaría la "copia". Si el paquete de datos se perdiera en uno de los cables de media tensión durante la transmisión de un paquete de datos a dos módems BPL, la transmisión se puede seguir realizando sin problemas cuando el paquete de datos se transmite correctamente a través del segundo tramo de transmisión.

El término "tramo de media tensión multifásico" se refiere aquí a una sección parcial de una red de media tensión que establece una conexión entre un punto A y un punto B y transmite energía eléctrica del punto A al punto B (o viceversa) a nivel de media tensión. Los tramos de media tensión de este tipo están formados por varios cables de media tensión, estando previsto un cable de media tensión separado para cada fase del tramo de media tensión. En este sentido es posible también que varios cables de media tensión estén previstos para cada fase si, por ejemplo, la potencia transmitida para un juego individual de cables de media tensión es demasiado grande. En principio, cada cable de media tensión se puede utilizar a continuación para la comunicación mediante BPL.

Dado que el tramo de media tensión multifásico establece una conexión entre los puntos A y B, el término "módems BPL en un lado del tramo de media tensión" se refiere a los módems BPL que están dispuestos en el punto A o el punto B.

Para la invención es irrelevante si en el tramo de media tensión están dispuestos aún eventualmente uno o varios repetidores BPL que procesan y transmiten la señal BPL en el tramo de media tensión. Es esencial únicamente que a través del tramo de media tensión sea posible una comunicación entre dos módems BPL.

Se ha de señalar que el término "paquete de datos" se refiere en general a informaciones empaquetadas. Es decir, el paquete de datos comprende una cabecera (con informaciones de dirección y control) y datos útiles correspondientes que se transmiten en el paquete de datos. Un ejemplo común al respecto es un paquete de datos IP (Internet Protocol, Protocolo de Internet).

Se ha de señalar también que no es necesario forzosamente que un paquete de datos se mantenga sin cambios en el recorrido de transporte a través del sistema según la invención. Más bien, nodos individuales pueden modificar, por ejemplo, las informaciones de la cabecera o reempaquetar, dado el caso, un paquete de datos en otros paquetes de datos o introducir un paquete de datos en la zona de datos útiles de otro paquete de datos. No obstante, los paquetes de datos se transmiten preferentemente sin cambios en un tramo de comunicación y solo se modifican o completan, dado el caso, informaciones de la cabecera.

Según la invención, mediante el tramo de media tensión se crea una conexión punto a punto. Esto significa que en ambos lados del tramo de media tensión está conectado respectivamente un módem BPL que crea entre sí una conexión directa, esencialmente sin estaciones intermedias. Esta conexión se desarrolla usualmente en las capas OSI (Open System Interconnection, interconexión de sistemas abiertos) 1 a 3, o sea, capa física, nivel de enlace de datos y nivel de red, y solo están dispuestos repetidores eventuales entre los dos módems BPL. Los módems BPL están dispuestos, por tanto, por pares en los dos extremos de la conexión punto a punto y crean un canal de comunicación mediante BPL a través del cable de media tensión conectado a los mismos. En esta configuración está dispuesta respectivamente una unidad de control en ambos extremos de la conexión punto a punto. Dicha configuración tiene la ventaja de que el comportamiento del canal de comunicación se puede predecir con relativa exactitud, porque no se han de temer colisiones con señales BPL de otros terminales BPL y, a diferencia de redes de baja tensión, no hay una red en malla. Esto favorece a su vez la fiabilidad y la robustez de la comunicación.

En un tramo de media tensión de n fases están presentes entonces n, 2n, ... cables de media tensión, independientemente de si para cada fase están previstos uno, dos o más cables de media tensión. En el sistema según la invención, en un lado del tramo de media tensión están dispuestos al menos dos módems y no todos los cables de media tensión del tramo de media tensión tienen que estar conectados a un respectivo módem BPL. Más bien, puede haber aplicaciones, en las que no es conveniente un uso de todos los cables de media tensión para la comunicación. Así, por ejemplo, en un tramo de media tensión trifásico, compuesto de tres cables de media tensión, pueden estar dispuestos solo dos módems BPL en los dos lados del tramo de media tensión, por lo que únicamente dos de los tres cables de media tensión se utilizan para la comunicación BPL. Sin embargo, en una configuración preferida, un módem BPL está conectado respectivamente a cada uno de los cables de media tensión en ambos lados del tramo de media tensión. Esto permite un máximo aprovechamiento del tramo de media tensión. En un tramo de media tensión trifásico, compuesto de tres cables de media tensión, estarían previstos entonces en ambos lados del tramo de media tensión tres módems BPL (o sea, seis módems BPL en total).

Cuando se usan varios juegos de cables de media tensión, o sea, dos o más cables de media tensión para cada fase, los cables de media tensión individuales de cada fase se instalan a menudo juntos en subestaciones de distribución y/o transformación. Por tanto, señales BPL se sobreacoplan, sin medidas de filtrado adicionales, de un

cable de media tensión para una fase a otro cable de media tensión de la misma fase. Los varios cables de media tensión de una fase para señales BPL parecen entonces un único cable de media tensión, de modo que los varios cables de media tensión de una fase se utilizan preferentemente también solo como un cable de media tensión.

- 5 En muchas aplicaciones, varios tramos de media tensión están dispuestos “sucesivamente”. Así, por ejemplo, varias subestaciones de transformación puede estar conectadas respectivamente a un tramo de media tensión, finalizando en cada subestación de transformación dos (o incluso más) tramos de media tensión. La yuxtaposición de los tramos de media tensión individuales puede formar un tramo total lineal (o sea, una conexión entre el lugar X y un lugar distante Y mediante una línea geométrica cualquiera) o un anillo para una alimentación anular. En una subestación de transformación pueden estar previstos módems BPL propios y una unidad de control correspondiente para cada uno de los tramos de media tensión que finalizan aquí. Las unidades de control estarían conectadas una a otra mediante su interfaz de enlace de subida y podrían intercambiar paquetes de datos entre sí mediante su interfaz de enlace de subida. No obstante, puede estar prevista también solo una unidad de control que está conectada de manera que se comunica con los módems BPL para los dos (o, dado el caso, más) tramos de media tensión y que controla todo los módems BPL conectados, pudiendo acceder a continuación la unidad de control preferentemente a conjuntos de reglas correspondientes para cada uno de los tramos de media tensión. Por consiguiente, en el caso particular de una línea anular se puede seleccionar fácilmente la dirección de la comunicación, o sea, si el anillo se debe utilizar en una u otra dirección. Al mismo tiempo se simplificaría la transmisión de paquetes de datos de un tramo de media tensión al próximo. La unidad de control manejaría a continuación un paquete de datos, recibido por un módem BPL de un tramo de media tensión y previsto para un transporte ulterior a través del “próximo” tramo de media tensión, de la misma manera que se recibió un paquete de datos a través de la interfaz de enlace de subida. Es decir, la unidad de control enviaría el paquete de datos sobre la base del conjunto de reglas para el próximo tramo de media tensión a uno de los módems BPL que está conectado al próximo tramo de media tensión.
- 10
- 15
- 20
- 25 La unidad de control o las unidades de control están configuradas preferentemente no solo para la transmisión de un paquete de datos recibido a través de la interfaz de enlace de subida, sino que pueden transmitir adicionalmente un paquete de datos, recibido por el módem BPL, a la interfaz de enlace de subida. De esta manera se puede conseguir una comunicación bidireccional.
- 30 La interfaz de enlace de subida es adecuada preferentemente para permitir un acceso a otra red. De este modo, con el sistema según la invención se puede conseguir una comunicación entre la otra red y el lado distante del tramo de media tensión mediante la unidad de control, los módems BPL conectados a la unidad de control y el tramo de media tensión. El acceso a la otra red está formado preferentemente mediante Ethernet. En una configuración particularmente preferida, la otra red es una red troncal o una parte de una red troncal, de modo que el sistema según la invención puede formar un tramo parcial de la red troncal. Dado que el sistema según la invención posibilita una comunicación extremadamente robusta, éste resulta muy adecuado para la formación de una parte de la red troncal.
- 35
- 40 El tipo de transmisión de un paquete de datos mediante una unidad de control a un módem BPL sobre la base de un conjunto de reglas se puede implementar de distintas maneras, combinándose también varios tipos entre sí. A continuación se explican con mayor exactitud dos ejemplos de realización preferidos. Un técnico podrá reconocer cómo se pueden complementar los respectivos ejemplos de realización.
- 45 En un primer ejemplo de realización preferido, la unidad de control evalúa una bandera (flag) en el paquete de datos para la transmisión de un paquete de datos recibido a través de la interfaz de enlace de subida. Este tipo de banderas define, por ejemplo, los requerimientos, con los que se debe transmitir un paquete de datos (tales como los tiempos de latencia o la velocidad de transmisión). En este caso, una bandera de este tipo comprende en particular una bandera presente en la cabecera del paquete. Una bandera de este tipo puede definir, por ejemplo, una clase de transporte o una clase de servicios, para la que se ha de garantizar una cierta calidad de servicio (Quality of Service, QoS). Otro ejemplo de este tipo de banderas comprende etiquetas VLAN (Virtual Local Area Network, red de área local virtual) que condicionan asimismo un cierto manejo del paquete de datos. Cuando se evalúan la bandera o las banderas, el conjunto de reglas establece una relación entre el valor respectivo de la bandera o las banderas y los parámetros de transmisión a seleccionar. Estos parámetros de transmisión definen a continuación cuál de los módems BPL conectados se deben o se pueden utilizar para la transmisión del paquete de datos y/o si es necesario realizar, dado el caso, adaptaciones al tramo de transmisión.
- 50
- 55
- 60 En un segundo ejemplo de realización preferido, que puede estar implementado de manera alternativa o adicional al primer ejemplo de realización mencionado arriba, la unidad de control reparte las cargas entre todos los módems BPL conectados a la unidad de control o al menos entre dos de los módems BPL conectados a la unidad de control. En este caso, el conjunto de reglas definiría los módems, que se pueden utilizar para el reparto de cargas, e indicaría simultáneamente cómo se pueden utilizar los módems BPL, por ejemplo, en relación con su tasa de transferencia de datos y los tiempos de latencia proporcionados. En este sentido se utiliza preferentemente un protocolo de redundancia, remitiéndose al respecto a modo de ejemplo al protocolo HSR (High Availability Seamless Redundancy, redundancia de alta disponibilidad sin fisuras). La aplicación del reparto de cargas permite utilizar esencialmente de manera equivalente todos los canales de comunicación, pudiéndose garantizar así para todos los paquetes de datos, que se deben transmitir a través del tramo de media tensión, una calidad de transmisión
- 65

ampliamente constante.

Con el fin de posibilitar una utilización lo más flexible posible del tramo de media tensión, la unidad de control está configurada preferentemente de manera adicional para configurar los módems BPL conectados al menos en funciones parciales. Por consiguiente, en esta configuración, los módems BPL han de ser adecuados para su configuración por parte de un aparato externo, es decir, un aparato fuera del módem BPL. Mediante esta variante, una unidad de control puede actuar de una manera muy flexible sobre los módems BPL conectados respectivamente a la misma y utilizar así óptimamente el tramo de media tensión en correspondencia con los requerimientos predefinidos. Entre las configuraciones, que se podrían realizar mediante una unidad de control, se encuentran la velocidad de transmisión (identificada también como tasa de transferencia), la dirección de transmisión, el manejo de colisiones de paquetes, ajustes de QoS y otros valores relevantes para la transmisión a través del tramo de media tensión.

La velocidad de transmisión se refiere aquí a la cantidad de datos que se puede transmitir como promedio por unidad de tiempo a través de un tramo de media tensión. Dado que con el incremento de las velocidades de transmisión aumenta el peligro de daños en los paquetes durante la transmisión, por ejemplo, debido a colisiones de paquetes o interferencias en el recorrido de transmisión debido a los procedimientos de codificación de canal de mayor calidad que son necesarios, el tiempo de latencia puede aumentar en casos individuales, mientras que los medios consiguen, sin embargo, latencias muy bajas. Por tanto, sería posible seleccionar conscientemente una velocidad de transmisión relativamente baja para obtener en cambio un tiempo de latencia posible garantizado.

La dirección de transmisión indica si un módem recibe datos o envía datos o si recibe y envía datos. Por consiguiente, la dirección de transmisión incluye también la utilización de un cable de media tensión en un modo semidúplex o un modo dúplex completo. En un modo semidúplex se transmite siempre solo en una dirección, por lo que casi se puede excluir el hecho de que otro módem BPL comience a enviar un paquete de datos mientras otro módem BPL está enviando un paquete de datos. Esto permite influir nuevamente de manera favorable sobre el tiempo de latencia. Por la otra parte, la tasa de transferencia a través del tramo de media tensión no es óptima. Esto se puede evitar mediante un modo dúplex completo, aumentando aquí a su vez el peligro de colisiones de paquetes al existir una tasa de transferencia mayor y tramos de transmisión más grandes y pudiendo aumentar, por tanto, el tiempo de latencia en casos individuales. Es posible también que con un procedimiento TDMA (Time Division Multiple Access, acceso múltiple por división de tiempo) se utilice un cable de media tensión en el modo semidúplex y se proporcione, sin embargo, una comunicación en ambas direcciones mediante el cable de media tensión. En este caso se dispone de una dirección de transmisión para los módems BPL participantes solo durante una ranura de tiempo determinada. Cuando finaliza la ranura de tiempo, se usa la otra dirección de transmisión durante una ranura de tiempo determinada.

Para el manejo de una colisión de paquetes se selecciona preferentemente CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance, acceso múltiple por detección de portadora y prevención de colisiones) o CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisiones). En los dos procedimientos, todos los participantes, en este caso los dos módems BPL, son capaces de enviar datos al mismo tiempo. Si un participante ha de enviar un paquete de datos, se comprueba durante un intervalo de tiempo definido si el canal de comunicación está ocupado en ese momento por la transmisión de un paquete de datos. Si no se detecta una transmisión, el participante correspondiente comienza a enviar el paquete de datos en el canal de comunicación. En el caso de CSMA/CA, un nodo de transmisión espera durante un tiempo aleatorio, hasta comenzar a transmitir el paquete de datos después de detectarse que el canal está libre. En el caso de CSMA/CD, el nodo transmite el paquete de datos al comprobarse que el canal está libre, pero sigue observando si se origina una competencia en el canal de comunicación. Cuando se detecta una competencia, se interrumpe la transmisión actual y el paquete de datos se vuelve a transmitir a continuación después de un retardo de transmisión seleccionado usualmente de manera aleatoria. Los dos procedimientos permiten evitar en gran medida una colisión de paquetes o al menos reducir claramente su influencia. Esto repercute nuevamente en la velocidad de transmisión posible, así como en los tiempos de latencia alcanzables.

Los ajustes de calidad de servicio (QoS) se refieren a ciertas garantías sobre el requerimiento de calidad, con el que se ha de realizar una comunicación. Por lo general, las comunicaciones, en las que se transmiten informaciones de imagen y/o sonido, en particular las conversaciones telefónicas, son particularmente críticas en relación con la calidad de servicio (QoS). Por consiguiente, los respectivos ajustes QoS se pueden configurar también en el módem BPL correspondiente mediante la unidad de control. No obstante, se ha de tener en cuenta aquí que la unidad de control es al final la instancia de control correspondiente en la comunicación.

A partir de las explicaciones anteriores se puede inferir que en dependencia del resultado a obtener, es decir, tasa de transferencia alta, tiempos de latencia bajos, etc., se puede influir sobre valores diferentes. El sistema según la invención se utiliza preferentemente en el control de aparatos y/o la transmisión de datos de contadores de consumo inteligentes (SmartMeter). En estos casos, un tiempo de latencia bajo es casi siempre más importante que una tasa de transferencia de datos alta.

Para seguir mejorando la fiabilidad de la comunicación, la unidad de control puede estar configurada para analizar la

calidad de conexión de los módems BPL conectados a la unidad de control. Cuando se está realizando una comunicación, es posible que un cable de media tensión tenga tantas interferencias que es imposible una comunicación satisfactoria a través de este canal de comunicación en la calidad de conexión anterior. Mediante un análisis preferentemente continuo de la calidad de conexión se puede responder a este tipo de estado. Por consiguiente, en caso de una calidad de conexión reducida se corregirían los ajustes del tramo de transmisión, porque de lo contrario aumentarían claramente las tasas de error. La unidad de control, al detectar una calidad de conexión reducida al módem BPL, a través del que se ha establecido la comunicación correspondiente, puede adaptar adecuadamente parámetros de la conexión. Al mismo tiempo puede estar implementada una adaptación del conjunto de reglas, mediante la que otro módem BPL se utiliza eventualmente para la transmisión de un paquete de datos.

Un caso especial de una calidad de conexión reducida es el fallo completo de la conexión, lo que se puede deber, por ejemplo, al fallo de un cable de media tensión o de un módem BPL utilizado para el canal de comunicación. En este caso, la unidad de control puede estar configurada para tomar medidas destinadas a la eliminación de la avería. Esto puede incluir la reconfiguración del módem o los módems BPL restantes de manera que vuelve a ser posible una comunicación plena en el tramo de media tensión, aunque posiblemente con una calidad reducida. Alternativa o adicionalmente se podría enviar un mensaje a una central que avisa sobre la avería y suministra informaciones a un técnico para la eliminación de la avería.

La conexión entre la unidad de control y el módem BPL puede estar implementada de maneras distintas. Sin embargo, una configuración preferida es Ethernet. La unidad de control tendría entonces varios puertos de Ethernet, que posibilitarían en cada caso una conexión a un módem BPL, o tendría solo un puerto de Ethernet, mediante el que se podría establecer una conexión con los módems BPL mediante un conmutador de Ethernet presente adicionalmente. El uso de Ethernet tiene la ventaja de ser una técnica debidamente establecida y perfeccionada que se utiliza muy a menudo en módems BPL para la interfaz hacia "afuera". Por consiguiente, en el sistema según la invención se pueden utilizar esencialmente módems BPL de media tensión que están disponibles en el mercado.

En principio, el tramo de media tensión puede estar configurado con los cables de media tensión más diversos. Así, por ejemplo, es posible utilizar una línea aérea de media tensión como cable de media tensión con el sistema según la invención. En una configuración preferida, sin embargo, el cable de media tensión está configurado como cable coaxial que es preferentemente un cable subterráneo, o sea, un cable que se instala bajo tierra. La energía se transmite en este caso mediante el conductor interno del cable coaxial (identificado también como alma) que se utiliza también para la comunicación de datos. Un conductor externo, dispuesto coaxialmente alrededor del conductor interno, sirve para la orientación radial y uniforme del campo eléctrico, lo que evita picos de campo. Entre el conductor interno y el conductor externo está dispuesto un aislador. Sobre el conductor externo está colocado mayormente un revestimiento para proteger el cable contra la humedad. Los cables coaxiales tienen la ventaja de que tanto las interferencias causadas por señales BPL hacia afuera del cable como las interferencias en la señal BPL desde el exterior se han reducido claramente.

Para acoplar los módems BPL a uno de los cables de media tensión y para acoplar la señal BPL al cable de media tensión, entre cada módem BPL y el cable de media tensión correspondiente está dispuesto preferentemente un acoplador de media tensión, mediante el que se filtran las señales BPL de alta frecuencia de la tensión alterna y se transmiten al módem BPL o se conectan las señales BPL de alta frecuencia, transmitidas por el módem BPL, al cable de media tensión. Acopladores de media tensión adecuados son bastante conocidos en la práctica.

Una configuración preferida de un tramo de media tensión multifásico es una parte de una red de corriente trifásica. Por consiguiente, el tramo de media tensión multifásico comprende tres fases que están desfasadas en 120° entre sí. Las redes de corriente trifásica son a nivel mundial las redes de suministro eléctrico de uso más extendido. En una red de corriente trifásica pueden estar configurados hasta tres canales de comunicación, pudiendo estar disponibles también varios cables de media tensión para cada fase, como se explicó arriba. Por tanto, sería posible configurar un canal de comunicación separado por cable, es decir, tres canales de comunicación respectivamente por juego de cables de media tensión. Si están presentes, por ejemplo, dos juegos de cables de media tensión, se podrían formar en principio seis canales de comunicación.

Para el control flexible del sistema según la invención puede estar previsto un ordenador de control que puede transmitir informaciones de control con especificaciones a la unidad o las unidades de control para la comunicación a través del tramo o los tramos de media tensión. Por tanto, se puede cambiar un conjunto de reglas para una unidad de control y responder, por tanto, a nuevas situaciones. De este modo se puede influir desde una central, por ejemplo, un puesto de control, sobre la comunicación a través de los tramos de media tensión individuales. Así, por ejemplo, la comunicación se puede cambiar oportunamente a un tramo de media tensión antes de los trabajos de mantenimiento planificados con el fin de obtener también una comunicación durante los trabajos de mantenimiento. Es posible que el ordenador de control transmita especificaciones en forma de valores nominales a la unidad o las unidades de control y que una unidad de control, que recibe un nuevo valor nominal, lo convierta a conjuntos de reglas adecuados. Por otra parte, el ordenador de control puede proporcionar también las especificaciones mediante la transmisión de un conjunto de reglas modificado a una o varias unidades de control. Por consiguiente, en la unidad de control debe haber menos "inteligencia". Las dos configuraciones se pueden cumplir también mediante

una estación intermedia, a la que pueden acceder la unidad o las unidades de control para cargar un conjunto de reglas actual. La utilización de este tipo de estación intermedia resulta conveniente, por ejemplo, si la unidad de control no tiene una memoria para el conjunto de reglas.

5 Existen entonces distintas posibilidades para configurar y perfeccionar ventajosamente la instrucción de la presente invención. En este sentido se ha de remitir, por una parte, a las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 1 y, por la otra parte, a la siguiente explicación de un ejemplo de realización preferido de la invención por medio del dibujo. Junto con la explicación de un ejemplo de realización preferido de la invención por medio del dibujo se explican también en general configuraciones y variantes preferidas de la instrucción. En el dibujo muestran:

- 10 Fig. 1 una representación esquemática de un ejemplo típico de una conexión punto a punto en una red de media tensión mediante varias subestaciones de transformación;
 Fig. 2 una representación esquemática de un cable de media tensión de diseño coaxial; y
 15 Fig. 3 una representación esquemática de un ejemplo de realización de un sistema, según la invención, para proporcionar una conexión punto a punto.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un ejemplo típico de una conexión punto a punto en una red de media tensión. La figura 1 muestra tres subestaciones de transformación 1, 1', 1" que están conectadas entre sí mediante cables de media tensión. En cada subestación de transformación está dispuesto un transformador que
 20 transforma, por ejemplo, la media tensión en una baja tensión y abastece a consumidores de baja tensión a través de líneas no dibujadas. Un cable de media tensión, diseñado como cable subterráneo 2, conduce hacia la subestación de transformación 1. Las subestaciones de transformación 1 y 1' están conectadas asimismo a un cable subterráneo 2'. Entre las subestaciones de transformación 1' y 1" está instalada una línea aérea 3 para la transmisión de energía, es decir, una línea suspendida en superficie de torres. La línea de conexión hacia afuera de la subestación de transformación 1" está formada también por una línea aérea 3'. En cada subestación de
 25 transformación 1, 1', 1" están dispuestos respectivamente dos puntos nodales BPL 4, conectados entre sí mediante una conexión de Ethernet 5. Los puntos nodales BPL permiten realizar una comunicación de datos a través de las subestaciones de transformación 1, 1', 1". En relación con la función y el diseño de un punto nodal BPL 4 se remite a las explicaciones siguientes de la figura 3.

30 En principio, un tramo de media tensión en el sentido de la presente invención puede estar formado por distintas secciones. En principio, todo el tramo mediante las líneas 2, 2', 3, 3' se podría considerar en general como tramo BPL. Sin embargo, dado que el comportamiento de la transmisión de cada tramo es diferente, podría ser más conveniente en general considerar un tramo entre dos subestaciones de transformación respectivamente como
 35 tramo de media tensión en el sentido de la presente invención. Por consiguiente, un tramo de media tensión se formaría, por ejemplo, mediante el cable subterráneo 2' o la línea aérea 3.

La figura 2 muestra una representación esquemática de un cable subterráneo 2 que se podría utilizar en una configuración del sistema según la invención. El conductor interno 6, identificado también como alma, sirve para la
 40 transmisión real de la corriente a través del cable subterráneo 2. Al mismo tiempo, la señal BPL está modulada a este conductor interno. Alrededor del conductor interno está dispuesta una capa de aislamiento 7, en cuya superficie está colocado a su vez un conductor externo 8 como blindaje. El conductor externo 8 puede estar formado de distintas maneras. Asimismo, son posibles materiales macizos, tales como varios conductores individuales dispuestos muy juntos uno al lado de otro o tejido conductor. Entre el conductor interno 6 y el conductor externo 8 se
 45 configura un campo eléctrico, representado simbólicamente con flechas dobles 9. Dado que la corriente, que pasa en el conductor interno 6, es una corriente alterna (por ejemplo, de 50 Hz o 60 Hz), cambia la dirección del campo eléctrico. Alrededor del conductor externo 8 está dispuesta usualmente una capa de aislamiento para impedir la corrosión y la entrada de humedad en el cable.

50 El diseño del cable subterráneo, representado esquemáticamente en la figura 2, permite conducir el campo eléctrico dentro del cable subterráneo, de modo que varios cables subterráneos se pueden instalar muy juntos relativamente entre sí y no se han temer descargas de campo mutuas. Al mismo tiempo se puede impedir una disipación de la energía hacia el suelo circundante. Simultáneamente, el conductor externo 8 tiene el efecto de que las señales BPL, transmitidas dentro del conductor interno, no representan hacia el exterior ninguna interferencia para otros
 55 participantes, por ejemplo, servicios de radiodifusión. A la vez se apantallan eficazmente perturbaciones externas en el cable subterráneo mediante el conductor externo 8.

En una subestación de transformación o un punto de conexión en general, el conductor interno está conectado al equipo correspondiente, por ejemplo, un interruptor o un transformador, y el conductor externo se conecta al potencial a tierra. En este caso, los conductores externos de los cables individuales se instalan a menudo juntos. Para transmitir la energía a través de un tramo de media tensión multifásico se utiliza para cada fase un cable subterráneo 2, representado esquemáticamente en la figura 2. El diseño de los cables permite conectar canales de comunicación ampliamente independientes al respectivo cable subterráneo 2, provocando solo la instalación conjunta de los conductores externos al potencial a tierra un cierto acoplamiento, aunque pequeño, entre los canales
 60 de comunicación individuales.
 65

La figura 3 muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización de un sistema, según la invención, para proporcionar una conexión punto a punto a través de un tramo de media tensión 10. El tramo de media tensión está formado por tres cables de media tensión individuales 11, 11', 11" que pueden estar formados, por ejemplo, por un cable subterráneo 2 en correspondencia con la figura 2. En ambos extremos de cada cable de media tensión 11, 11', 11" está dispuesto un módem BPL 12 y 13, conectado al respectivo cable de media tensión 11, 11', 11" mediante un acoplador de media tensión. Cada módem 12, 12', 12" o 13, 13', 13" está conectado a una unidad de control 14 o 15. Cada unidad de control 14, 15 presenta una interfaz de enlace de subida 16, 17, en la que se puede establecer, por ejemplo, por Ethernet, una conexión a otra red. La conexión entre los módems BPL 12, 12', 12" o 13, 13', 13" con la unidad de control 14, 15 correspondiente se ha creado mediante una conexión de Ethernet 5. Con este sistema representado esquemáticamente en la figura 3 se puede crear una conexión punto a punto entre la interfaz de enlace de subida 16 de la unidad de control 14 y la interfaz de enlace de subida 17 de la unidad de control 15. Mediante la unidad de control 14 o 15 y los módems BPL conectados 12, 12', 12" o 13, 13', 13" se ha formado un punto nodal BPL 4 en correspondencia con la figura 1.

En cada unidad de control está almacenado un conjunto de reglas que indica el modo en el que se puede utilizar cada uno de los módems BPL conectados a la unidad de control. Así, por ejemplo, en relación con la unidad de control 14 sería posible que el módem BPL 12 con una conexión semidúplex envíe paquetes de datos a la unidad de control 15, mientras que el otro módem BPL 12' recibe solo paquetes de datos de la unidad de control 15 a través de una conexión semidúplex. El módem BPL 12" se podría utilizar en el modo dúplex completo y, por tanto, podría enviar y recibir paquetes de datos. Mientras que con los módems BPL 12 y 12' se pueden enviar paquetes de datos de muy baja latencia, en el módem BPL 12" se puede implementar una latencia un poco mayor, pero, no obstante, baja, y se puede aumentar la tasa de transferencia. El modo operativo de un módem BPL se administra en cada caso mediante la unidad de control conectada 14 o 15. A continuación se indican algunos ejemplos de posibles combinaciones:

a) Los tres cables de media tensión en total 11, 11', 11" se utilizan en el modo semidúplex, estando controlado el acceso al canal de comunicación, formado entre los módems BPL 12 y 13, mediante CSMA/CA. En este caso, la conexión entre los módems BPL puede estar ajustada a la tasa de transferencia máxima.

b) Mediante los tres cables de media tensión en total 11, 11', 11" está implementado un modo dúplex completo, actuando entonces cada cable de media tensión como cable de ida y vuelta. En este caso, el acceso al canal de comunicación, formado entre los módems BPL 12 y 13, se realiza mediante procedimientos TDMA. De este modo se consiguen latencias muy bajas y tasas de transferencia altas.

c) En dos de los cables de media tensión está implementado un modo dúplex completo mediante procedimientos TDMA, actuando entonces los dos cables de media tensión como cables de ida y vuelta. En el tercer cable de media tensión está formado un canal de control, al que se accede mediante CSMA/CD. De este modo se originan tasas de transferencia altas y latencias bajas.

d) Modo dúplex completo en dos de los cables de media tensión mediante TDMA y modo semidúplex como línea fallback en la tercera línea de media tensión mediante CSMA/CA, utilizándose la opción fallback al fallar una dirección de la transmisión en modo dúplex completo.

e) Dos de los cables de media tensión se utilizan en el modo semidúplex, formando uno de los dos cables de media tensión un canal de ida y formando el otro un canal de vuelta. El tercer cable de media tensión se utiliza con CSMA/CD como canal de control.

Los ejemplos anteriores, que no se han de entender como una lista definitiva, muestran cómo el sistema según la invención se puede utilizar de múltiples maneras. El modo, en el que se utiliza el respectivo canal de comunicación, depende de los respectivos requerimientos de la comunicación. Si se debe conseguir una tasa de transferencia máxima, los ajustes serán diferentes al caso con una latencia lo más baja posible y una calidad de servicio lo más alta posible (QoS).

La manera, en la que se utiliza un cable de media tensión 11, 11', 11", se controla mediante la unidad de control 14 o 15. Para la sincronización de los controles, las unidades de control 14 y 15 pueden intercambiar en forma de un apretón de manos (handshake) informaciones sobre la configuración deseada de los módems BPL conectados o las unidades de control 14 y 15 están conectadas a un ordenador de control (central) no dibujado, mediante el que un administrador puede fijar las especificaciones para la utilización de los distintos cables de media tensión. Estas especificaciones se transmiten a continuación directamente como valores nominales a las unidades de control correspondientes 14, 15. Alternativamente, las especificaciones se pueden convertir a conjuntos de reglas y transmitir a la unidad de control 14, 15 como sustitución de los conjuntos de reglas almacenados aquí. En el primer caso mencionado, una unidad de control implementaría las especificaciones correspondientes al configurarse adecuadamente los módems BPL conectados y adaptarse el conjunto de reglas. La adaptación se puede llevar a cabo también al seleccionarse a partir de los conjuntos de reglas, almacenados en la unidad de control, uno diferente al utilizado en ese momento.

5 Durante el funcionamiento del sistema según la figura 3, la unidad de control 14, por ejemplo, recibe un paquete de datos a través de su interfaz de enlace de subida 16 mediante la conexión de Ethernet 5 y transmite el paquete de datos a la unidad de control 15. A tal efecto, la unidad de control 14 evalúa primero el paquete de datos para determinar si se ha colocado, por ejemplo, cualquier bandera de transporte y si es necesario, por tanto, manejar de una manera especial el paquete de datos. La unidad de control accede después a un conjunto de reglas almacenado en la unidad de control y utiliza la bandera detectada eventualmente. A partir de esto se determina el módem BPL, al que se debe enviar el paquete de datos recibido. A continuación, la unidad de control 14 transmite el paquete de datos al módem BPL determinado, por ejemplo, el módem BPL 12'. El módem BPL 12' prepara el paquete de datos para el envío a través del tramo de media tensión 10 mediante BPL y transmite el paquete de datos a través de la línea de media tensión 11' conectada al módem BPL 13' que está dispuesto en el otro lado del tramo de media tensión 10. El módem BPL 13' ejecuta eventualmente una corrección de errores, vuelve a convertir el paquete de datos a Ethernet y transmite el paquete de datos a la unidad de control 15 mediante la conexión de Ethernet 5. La unidad de control 15 transmite a su vez el paquete de datos a través de su interfaz de enlace de subida 17 a la conexión de Ethernet 5 y a una red conectada a la misma. Se puede observar claramente que es posible crear así una conexión punto a punto muy flexible entre los dos lados del tramo de media tensión. Si una de las líneas de media tensión 11, 11' u 11" no estuviera disponible para una comunicación BPL, se puede responder con relativa facilidad a este fallo mediante el cambio del conjunto de reglas en la respectiva unidad de control y conseguir, no obstante, una conexión estable y segura al tramo de media tensión mediante el cambio correspondiente del conjunto de reglas. Es posible asimismo que en caso de una conexión fallida a través de un cable de media tensión, éste se pueda seguir utilizando con una menor calidad, mientras que los paquetes de datos con altos requisitos de calidad se transmiten a través de los dos cables de media tensión restantes.

25 En relación con otras configuraciones ventajosas del sistema según la invención o del procedimiento según la invención se remite a la parte general de la descripción, así como a las reivindicaciones adjuntas para evitar repeticiones.

30 Por último, se ha de señalar expresamente que el ejemplo de realización descrito arriba del sistema según la invención o del procedimiento según la invención sirve solo para la explicar la instrucción reivindicada, pero sin limitarla al ejemplo de realización.

Lista de números de referencia

- 1 Subestación de transformación
- 2 Cable subterráneo
- 35 3 Línea aérea
- 4 Punto nodal BPL
- 5 Conexión de Ethernet
- 6 Conductor interno/alma
- 7 Capa de aislamiento
- 40 8 Conductor externo
- 9 Campo eléctrico
- 10 Tramo de media tensión
- 11 Cable de media tensión
- 12 Módem BPL
- 45 13 Módem BPL
- 14 Unidad de control
- 15 Unidad de control
- 16 Interfaz de enlace de subida
- 17 Interfaz de enlace de subida
- 50

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la comunicación a través de un tramo de media tensión multifásico (10) mediante banda ancha sobre líneas eléctricas (Breitband-Powerline, BPL), estando previsto para cada fase del tramo de media tensión (10) un cable de media tensión (11, 11', 11''), que comprende:
- 5
- varios módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13''), estando conectados los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') en cada caso a uno de los cables de media tensión (11, 11', 11'') y estando configurados los mismos para transmitir y recibir paquetes de datos a través del cable de media tensión (11, 11', 11''), conectado en cada caso, hacia y/o desde un módem BPL distante,
- 10
- caracterizado por** una unidad de control (14, 15) conectada de manera que se comunica con al menos dos de los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') en un lado del tramo de media tensión (10), presentando la unidad de control (14, 15) una interfaz de enlace de subida (16, 17) y estando configurada la unidad de control (14, 15) para transmitir un paquete de datos, recibido a través de la interfaz de enlace de subida (16, 17), sobre la base de un conjunto de reglas al menos a uno de los módems BPL conectados (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') para la transmisión del paquete de datos a través del tramo de media tensión (10),
- 15
- estando configurada la unidad de control (14, 15) durante la transmisión de un paquete de datos, recibido por la unidad de control (14, 15) a través de la interfaz de enlace de subida (16, 17), para repartir las cargas entre todos los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') conectados a la unidad de control (14, y 15), y
- 20
- puediéndose establecer una conexión punto a punto mediante el tramo de media tensión (10), creando los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') en cada caso por pares en ambos extremos de la conexión punto a punto un canal de comunicación mediante uno de los cables de media tensión (11, 11', 11'') y estando dispuesta una unidad de control (14, 15) en ambos extremos de la conexión punto a punto.
- 25
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** un módem BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') está conectado respectivamente a cada uno de los cables de media tensión (11, 11', 11'') en ambos extremos del tramo de media tensión (10).
- 30
3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la unidad de control (14, 15) está configurada adicionalmente para transmitir un paquete de datos, recibido por uno de los módems BPL conectados (12, 12', 12'', 13, 13', 13''), a la interfaz de enlace de subida (16, 17).
- 35
4. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la unidad de control (14, 15) está configurada durante la transmisión de un paquete de datos, recibido por la unidad de control (14, 15) a través de la interfaz de enlace de subida (16, 17), para evaluar una bandera de transporte presente en el paquete de datos y para transmitir el paquete de datos sobre la base de esta evaluación y del conjunto de reglas.
- 40
5. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** se utiliza un protocolo de redundancia para controlar el reparto de cargas.
- 45
6. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la unidad de control (14, 15) está configurada adicionalmente para configurar los módems BPL conectados (12, 12', 12'', 13, 13', 13''), incluyendo la configuración la velocidad de transmisión, la dirección de transmisión, el manejo de colisiones de paquetes y/o ajustes de calidad de servicio.
- 50
7. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la unidad de control (14, 15) está configurada para analizar la calidad de la conexión de los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') que están conectados a la unidad de control (14, 15).
- 55
8. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la unidad de control (14, 15) está configurada para detectar una avería en uno de los módems BPL conectados (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') y, en caso de detectarse una avería, para tomar medidas destinadas a la eliminación de la avería.
- 60
9. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la conexión entre los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') y la unidad de control (14, 15) está realizada mediante Ethernet (5).
- 65
10. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** el cable de media tensión (11, 11', 11'') está configurado como cable coaxial, estando acoplado cada uno de los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') a uno de los cables de media tensión (11, 11', 11'') mediante un acoplador de media tensión.
11. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el tramo de media tensión (10) forma parte de una red de corriente trifásica.
12. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** una o varias unidades de control (14, 15) están conectadas a un ordenador de control, pudiéndose transmitir mediante el ordenador de control

especificaciones para la comunicación a través del tramo de media tensión (10) a la unidad o las unidades de control (14, 15).

5 13. Unidad de control para la utilización en un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, presentando la unidad de control (14, 15) una interfaz de enlace de subida (16, 17) para la conexión a otra red y una o varias interfaces para la conexión al menos a dos módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') y estando configurada la unidad de control (14, 15) para transmitir un paquete de datos, recibido a través de la interfaz de enlace de subida (16, 17), sobre la base de un conjunto de reglas al menos a uno de los módems BPL conectados (12, 12', 12'', 13, 13', 13''), estando configurada la unidad de control (14, 15) durante la transmisión de un paquete de datos, recibido por la unidad de control (14, 15) a través de la interfaz de enlace de subida (16, 17), para repartir las cargas entre todos los módems BPL (12, 12', 12'', 13, 13', 13'') conectados a la unidad de control (14, 15).

15 14. Red, **caracterizada por** la utilización de un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2 para al menos una sección parcial de la red.

15 15. Procedimiento para la comunicación a través de un tramo de media tensión multifásico (10), estando previsto para cada fase del tramo de media tensión (10) un cable de media tensión (11, 11', 11''), mediante la utilización de un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende las etapas:

20 recibir un paquete de datos a través de una interfaz de enlace de subida (16, 17) de una primera unidad de control (14),

transmitir el paquete de datos al menos a uno de los varios módems BPL (12, 12', 12'') conectados a la unidad de control (14), el primer módem BPL, sobre la base de un conjunto de reglas, repartiéndose las cargas entre todos los módems BPL (12, 12', 12'') conectados a la unidad de control (14) durante la transmisión del paquete de datos,

25 recibir el paquete de datos en el primer módem BPL (12, 12', 12''),

transmitir el paquete de datos mediante el primer módem BPL (12, 12', 12'') a través de un canal de comunicación a un segundo módem BPL (13, 13', 13''), estando configurado el canal de comunicación en forma de una conexión punto a punto mediante uno de los cables de media tensión (11, 11', 11''),

30 transmitir el paquete de datos, recibido por el segundo módem BPL (13, 13', 13''), a una segunda unidad de control (15) y

enviar el paquete de datos, recibido en la segunda unidad de control (15), a través de una interfaz de enlace de subida (17) de la segunda unidad de control (15).

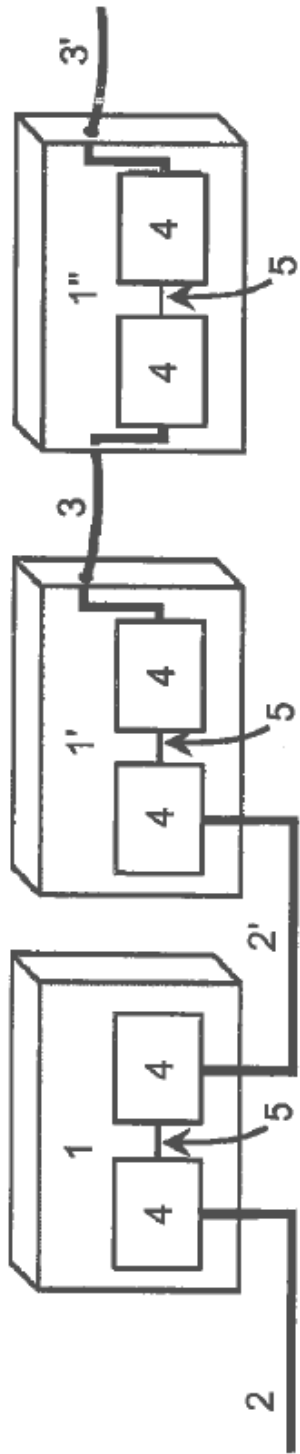


Fig. 1

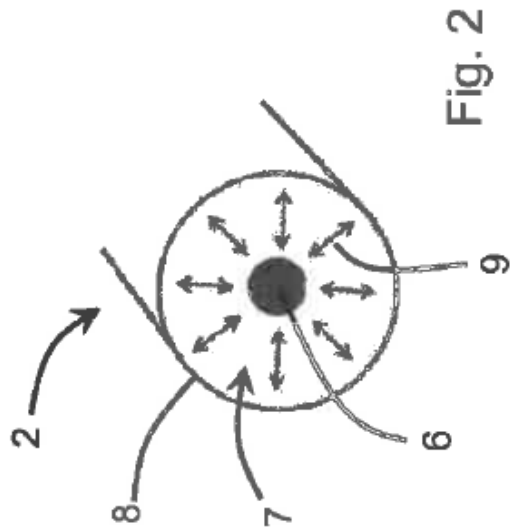


Fig. 2

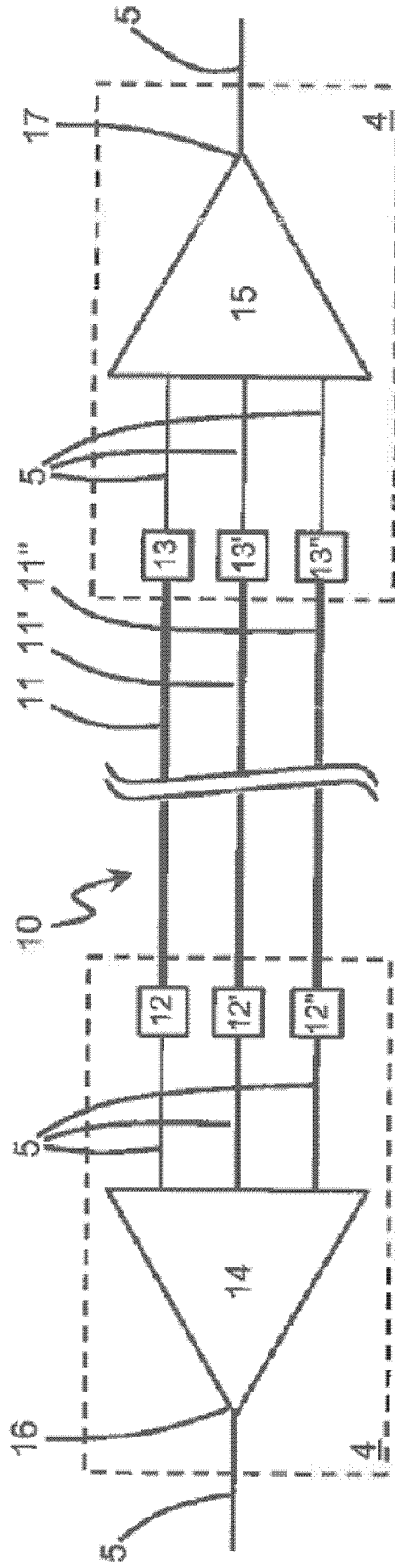


Fig. 3