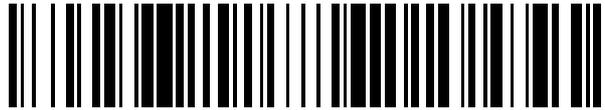


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 359**

51 Int. Cl.:

H04B 3/54

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2010 E 12153354 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 2453584**

54 Título: **Procedimiento y aparato de comunicación de línea de alimentación**

30 Prioridad:

29.06.2009 US 200961221125 P
23.06.2010 US 201061357866 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.12.2013

73 Titular/es:

SIGMA DESIGNS ISRAEL S.D.I LTD. (100.0%)
38 Habarzel Street
69710 Tel-Aviv, IL

72 Inventor/es:

REUVEN, ILAN;
VERBIN, RAMI y
STERENSON, RON

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 436 359 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de comunicación de línea de alimentación

5 **Campo de la técnica divulgada**

La técnica divulgada se refiere a la comunicación de línea de alimentación, en general, y a procedimientos y sistemas para permitir que señales de comunicación de línea de alimentación para conmutarse entre pares de líneas de alimentación, en particular.

10

Antecedentes de la técnica divulgada

La comunicación de línea de alimentación (abreviada en este documento como PLC) se refiere a procedimientos y a sistemas para permitir que datos sean transferidos a través de cables eléctricos. PLC también se conoce en la técnica como línea de alimentación de línea de abonado digital, soporte de línea de alimentación, comunicación de red, telecomunicación de línea de alimentación y red de línea de alimentación. En el caso de que la PLC se utilice para proporcionar acceso a Internet, o para la distribución de vídeo a través de una red, los procedimientos y los sistemas se conocen como banda ancha a través de líneas de alimentación (abreviada en este documento como BPL). Los cables eléctricos también pueden ser referidos como cables de alimentación, líneas de alimentación, líneas de alimentación eléctricas, cables eléctricos, cableado eléctrico y similares. Estos términos se utilizan aquí de forma intercambiable y representan el cableado utilizado para transferir la electricidad desde un proveedor de energía eléctrica, tal como una compañía eléctrica (por ejemplo, Pacific Gas & Electric, Florida Power & Light, etc.) o un generador de electricidad (por ejemplo, un convertor de energía eólica), a una residencia, así como los cables utilizados en una residencia para transferir energía eléctrica a varios enchufes de pared, salidas eléctricas, tomas de pared y tomas de corriente en la residencia. La PLC permite que varios dispositivos, tal como ordenadores, impresoras, televisores y otros aparatos eléctricos en una residencia, se acoplen entre sí, como una red, sin necesidad de añadir nuevos cables a la residencia. Una residencia puede referirse a una casa privada, un edificio de apartamentos, un edificio de oficinas u otras estructuras en las que viven las personas que reciben la electricidad. Cada dispositivo para acoplarse en la red requiere un elemento separado para permitir la transferencia de datos en el cableado eléctrico. Tal elemento normalmente se conoce como un módem, y comúnmente se conoce en la técnica como un módem de línea de alimentación. Tales módems usualmente transfieren datos en el rango de alta frecuencia, que es generalmente del orden de megahertzios o superior. Procedimientos de PLC son conocidos en la técnica.

35

La publicación de la solicitud de patente US No. 2008/0057866 A1, de Schwager et al., titulada "Procedimiento para la transmisión de una señal en una red de línea de alimentación, unidad de transmisión, unidad de recepción y sistema" está dirigida a un sistema y a un procedimiento para transmitir una señal en una red PLC. El sistema PLC incluye un primer y segundo módems PLC de diversidad conectados a una red de línea de alimentación, por ejemplo, una red de un edificio. Los módems PLC utilizan la red de la línea de alimentación para transmitir y recibir datos. La red de la línea de alimentación incluye tres líneas: fase (P), neutro (N) y tierra (PE). Los módems PLC están conectados y utilizan las tres líneas mediante la transmisión de datos en pares de las líneas: P-N, N-PE o P-PE. El módem PLC de recepción incluye una unidad de transmisión T y una unidad de recepción R, que está adaptada para recibir señales DM (es decir, modo diferencial) de cualquier combinación de líneas. La unidad de transmisión T incluye un generador de señales, un transmisor y un conector de transmisor. La unidad de recepción R incluye un conector de receptor, un receptor y un combinador. El generador de señales de la unidad de transmisión T está acoplado al transmisor. El conector del transmisor se conecta el transmisor a las tres líneas de la red (P, N, PE). El conector del receptor de la unidad de recepción R conecta el receptor a las tres líneas de la red. El receptor está acoplado al combinador. Un conector de recepción puede estar adaptado para actuar como un conector de transmisión y viceversa durante la transmisión o recepción de señales en la otra dirección. El generador de señales de la unidad de transmisión T recibe una señal de la que se generan al menos dos señales auxiliares. Las señales auxiliares se transmiten a través de al menos dos canales de transmisión. El receptor de la unidad de recepción R recibe las dos señales auxiliares. Las dos señales auxiliares recibidas se transmiten al combinador, que combina las señales para obtener la señal original. Un canal de transmisión puede utilizar dos de los tres pares de líneas de alimentación de señal y las tres combinaciones de pares para la recepción. Las mediciones muestran que los diferentes canales de transmisión obtienen diferentes características de desvanecimiento para diferentes bandas de frecuencia. Las características del canal son evaluadas por la unidad de transmisión T y la unidad de recepción R de los módems PLC de transmisión y recepción previstos antes o durante la transmisión de las al menos dos señales auxiliares. De acuerdo con la evaluación antes mencionada, la unidad de transmisión T determina qué canales de alimentación son los más adecuados para la banda de frecuencia de transmisión específica, que está destinada a ser utilizada o está en uso. La evaluación de las características del canal se debe medir con el tiempo, ya que puede cambiar en el tiempo. Pueden utilizarse técnicas de diversidad avanzadas, tales como MIMO (es decir, múltiple entrada-múltiple salida), permitiendo de este modo la transmisión de diferentes señales a través de los enlaces de transmisión individuales. Si es así, se realiza la evaluación del canal para cada enlace individual. Los canales de transmisión pueden ser diferentes en, pero no se limitan a, dominio de la frecuencia, dominio de fase, dominio de tiempo o dominio espacial. Las señales de modo común también pueden detectarse.

65

La publicación de la solicitud de patente US No. 2009/0060060 A1, de Stadelmeier et al., titulada "Procedimiento para transmitir una señal desde un transmisor a un receptor en una red de comunicaciones de línea de alimentación, transmisor, receptor, módem de comunicación de línea de alimentación y sistema de comunicación de línea de alimentación" se refiere a un sistema y a un procedimiento para la transmisión de señales en redes PLC. El sistema
 5 PLC incluye un primer y segundo módems PLC en un modo MIMO. Cada módem PLC puede utilizarse como transmisor y receptor, formando de este modo una red de comunicación bidireccional. Los módems PLC están conectados a una instalación doméstica. La instalación doméstica incluye tres cables: línea de fase (P), línea de neutro (N) y tierra de protección (PE). Las señales de alimentación se realizan entre un par de los cables, permitiendo así tres posibles vías de transmisión: P-N, N-PE y P-PE. El módem PLC que está en un modo de
 10 transmisión utiliza dos vías de transmisión, y el módem PLC que está en un modo de recepción utiliza las tres vías de transmisión posibles. Además, se puede utilizar una vía de modo común (CM). El módem PLC de transmisión transmite una ráfaga inicial de datos, que incluye una secuencia de entrenamiento, al módem PLC de recepción. El módem PLC de recepción evalúa los canales MIMO y calcula matrices de codificación y de decodificación a partir de los valores propios de los canales MIMO evaluados y de un mapa de tonos OFDM adaptativo. Unos datos de retroalimentación se transmiten de vuelta al módem PLC de transmisión. El módem PLC de recepción selecciona el
 15 mapa de tonos OFDM adaptativo para la decodificación y una correspondiente matriz de formación de haces propios de decodificación. El módem PLC de transmisión selecciona la OFDM adaptativa y la matriz de formación de haces propios de codificación de acuerdo con los datos de retroalimentación para construir un mensaje. El mensaje se transmite al módem PLC de recepción, que utiliza el mapa de tonos OFDM adaptativo y la matriz de formación de haces propios de decodificación para generar el mensaje original.
 20

La publicación de la solicitud de patente US No. 2008/0273613 A1, de Kol, titulada "Sistema de comunicación de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO) sobre los cables en instalaciones" se refiere a un sistema de comunicación de línea de alimentación de múltiples canales. El sistema incluye una pluralidad de dispositivos MIMO. Los
 25 dispositivos MIMO son dispositivos PLC que utilizan la red de línea de alimentación en instalaciones para transferir datos. La red de línea de alimentación en instalaciones incluye una línea de fase (P), una línea neutra (N) y una línea de tierra (G). Cada dispositivo MIMO puede incluir un transmisor y un receptor. El transmisor puede incluir un procesador de transmisión MIMO y múltiples extremos delanteros analógicos (AFEs). El receptor puede incluir un procesador de recepción MIMO y múltiples extremos delanteros analógicos (AFEs). Cada AFE incluido en el
 30 transmisor o en el receptor puede incluir un convertidor digital a analógico (DAC), un convertidor analógico a digital (ADC) y unos filtros analógicos y/o digitales, mezcladores y amplificadores. Cada AFE está conectado a un par de líneas seleccionadas fuera de las líneas de fase, neutra y de tierra (es decir, P-N, -NG o P-G), donde cada combinación de líneas forma un canal de comunicación. El procesador de transmisión procesa un flujo de datos de entrada a transmitir. El procesador de transmisión puede generar dos señales independientes a partir de una señal que se designa para la transmisión. El procesador de transmisión a continuación puede transmitir cada señal
 35 independientemente mediante un AFE diferente, con lo que mediante un canal diferente, los AFEs en el receptor pueden recibir las señales independientes y procesarlas. Las señales recibidas pueden incluir una contribución desde la "vía recta" (el canal a través del cual se conectan) y la "vía transversal" (los canales a través de los que no están conectados). El procesador de recepción utiliza información relativa a la respuesta de frecuencia de los diferentes canales para reconstruir las dos señales de transmisión independientes y para producir un flujo de datos de salida. Los canales también se pueden utilizar para aumentar la diversidad del canal mediante la transmisión de la misma información a través de múltiples canales. En este caso, el procesador de transmisión puede incluir un codificador de espacio-tiempo y el procesador de recepción puede incluir un decodificador de espacio-tiempo. El transmisor y el receptor pueden incluir cada uno un negociador de modo. El negociador puede seleccionar el modo, respecto a cada
 45 canal, entre dos modos: la transmisión de dos señales independientes (multiplexación) o la transmisión de la misma señal a través de múltiples canales (diversidad espacial). La selección se realiza sobre la base de las características del canal de medición y de la velocidad solicitada. En otra realización, un único transceptor puede comunicarse de manera bidireccional con dos transceptores diferentes a través de dos canales diferentes, incluyendo cada canal una combinación de un par de líneas (P-N, N-G o P-G). Por lo tanto, dos flujos de datos independientes pueden fluir a
 50 través de dos canales diferentes al mismo tiempo y usando bandas de frecuencias superpuestas.

Un artículo titulado "MIMO para comunicaciones de línea de alimentación domésticas", de L. Stadelmeier et al., se dirige a esquemas MIMO para aplicaciones domésticas. En muchas partes del mundo, la instalación doméstica incluye tres cables (fase, neutro y tierra) que conducen a tres posibilidades de alimentación diferencial: P-N, N-G, P-G. Sólo dos de las tres combinaciones posibles se pueden utilizar en el extremo de transmisión y las tres se pueden
 55 utilizar en el extremo de recepción. Los cálculos de capacidad se realizan en pisos y casas privadas. La capacidad se puede calcular como la suma de dos canales SISO independientes. Puede haber varias disposiciones MIMO que difieren en el número de puertos de transmisión y de recepción. Dos esquemas MIMO básicos se pueden aplicar a un sistema PLC basado en OFDM. Uno de ellos es la multiplexación espacial, en la que diferentes señales se transmiten a través de diferentes puertos de transmisión y se logra ganancia de capacidad. El otro es la codificación de espacio-tiempo o de espacio-frecuencia, en la que se transmite una señal a través de múltiples puertos transmisores, obteniendo de este modo el aumento de la diversidad y mayor seguridad en la señal recibida. Las mediciones muestran que los esquemas MIMO muestran un mejor rendimiento que los sistemas SISO existentes y muestran aumentos en la capacidad del canal.
 60
 65

Un artículo titulado "Sistemas OFDM codificados de frecuencia-espacio para comunicaciones de líneas de alimentación de múltiples cables", de C.L. Giovaneli et al., publicado en las actas del Simposio Internacional sobre Comunicaciones de Líneas de Alimentación y sus Aplicaciones, 2005, páginas 191-195, está dirigida a un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) codificado de espacio-frecuencia para la transmisión de datos a alta velocidad a través de canales de línea de alimentación de múltiples fases selectivos en frecuencia. En ausencia de conocimiento del canal en el extremo de transmisión, se consiguen diversidades de frecuencia y de espacio mediante la transmisión del mismo símbolo de datos a través de dos cables desacoplados y en dos portadores diferentes, que son de frecuencia separada mediante portadores que son mayores que el ancho de banda de coherencia de los canales. Se supone que la información del estado del canal está disponible en el extremo de recepción.

Diferentes técnicas MIMO-OFDM son conocidas para canales de línea de alimentación que incluyen cuatro cables de la línea de alimentación (tres cables de fase y neutro, por ejemplo, dominio de acceso, gran edificio o plantas industriales). Una estructura de señalización diferencial de múltiples cables básica utilizada por el esquema propuesto incluye un transmisor y un receptor. El transmisor incluye dos transmisores diferenciales elementales y una unidad de procesador. El receptor incluye dos receptores diferenciales elementales, un combinador lineal de espacio-frecuencia (SF) y un detector de máxima probabilidad (ML). Por lo tanto, el sistema utiliza dos pares de cables y forma dos canales SISO ortogonales independientes. La unidad de procesador precodifica los símbolos de los datos de entrada antes de la transmisión, y de manera similar precodifica los símbolos de datos SISO-OFDM ortogonales. Los símbolos de datos OFDM se transmiten en serie a través de los dos canales SISO ortogonales. Los símbolos de datos se reciben en cada punto de recepción. El combinador lineal SF vuelve a alinear las señales de salida de un canal y su estimación asociada respecto a las señales y la estimación de las señales de salida del otro canal. Después de la operación de realineación, las dos señales incluyen el mismo símbolo de datos transmitido. El combinador, además, realiza la combinación lineal utilizando el procedimiento de combinación de relación máxima (MRC). El detector ML detecta el símbolo de datos óptimo en la salida del combinador lineal SF. Los resultados de la simulación muestran que los esquemas propuestos funcionan significativamente mejor que los sistemas OFDM de un solo cable convencionales y que la tasa de errores de símbolo (SER) del esquema propuesto supera el esquema convencional SISO cuando el canal de la línea de alimentación está dañado por el ruido impulsivo. La publicación de la solicitud de patente europea nº 2028769 A1, de Sony Corporation, titulada "Procedimiento para transmitir una señal a través de una red de línea de alimentación, transmisor, receptor, módem de comunicación de línea de alimentación y sistema de comunicación de línea de alimentación" se dirige a un procedimiento para la transmisión de señales a través de una red de línea de alimentación. La red de línea de alimentación incluye al menos un transmisor y al menos un receptor, que se comunican a través de al menos dos canales. Cada uno de los canales tiene un puerto de alimentación respectivo del transmisor y un respectivo puerto de recepción del transmisor. El transmisor tiene al menos dos puertos de alimentación. El procedimiento comprende la determinación de una característica del canal de cada uno de los canales de alimentación y la aplicación de un criterio de selección del puerto en base a la característica del canal. El puerto de alimentación se selecciona a continuación, y se excluye de entre los puertos de alimentación basados en el criterio de selección del puerto de alimentación. Los puertos de alimentación excluidos no se utilizan durante la comunicación adicional.

Sumario de la técnica actual divulgada

Es un objeto de la técnica divulgada proporcionar un nuevo procedimiento y un sistema para módems de línea de alimentación, donde los datos transferidos a través de cables eléctricos en una residencia se pueden transferir a través de varios pares de cables en la residencia, siendo el par de cables elegido para la transferencia de datos seleccionable a través de un conmutador, que supera las desventajas de la técnica anterior.

De acuerdo con la técnica divulgada, se proporciona por tanto un aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. El aparato incluye un procesador, al menos un transmisor, al menos un receptor y al menos un interruptor. El transmisor y el receptor están ambos acoplados con el procesador. El interruptor se acopla con al menos uno del transmisor y el receptor. El transmisor es para la transmisión de las señales y el receptor es para la recepción de las señales. El aparato se acopla con un cable eléctrico que incluye un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El interruptor está acoplado con el cable activo, el cable neutro y el cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El interruptor permite que al menos uno del transmisor y el receptor sea acoplado con uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. El aparato incluye un procesador, al menos un convertidor analógico a digital (ADC), al menos un receptor, al menos un convertidor de digital a analógico (DAC) y al menos un transmisor. Tanto el ADC como el DAC se acoplan con el procesador. El receptor está acoplado, respectivamente, con el ADC y el transmisor está acoplado, respectivamente, con el DAC. El receptor es para la recepción de las señales y el transmisor es para la transmisión de las señales. El aparato se acopla con un cable eléctrico que incluye un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El receptor y el transmisor están acoplados con el cable activo, el cable neutro y el cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el

cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El procesador permite que el transmisor y el receptor sean acoplados con uno del segundo canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación.

5 De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. El aparato incluye un procesador, al menos un conmutador, al menos un convertidor analógico-a-digital (ADC), al menos un receptor, al menos un convertidor de digital a analógico (DAC) y al menos un transmisor. El interruptor está acoplado con el procesador. El receptor está acoplado, respectivamente, con el ADC y el transmisor está acoplado, respectivamente, con el DAC. El receptor es para la recepción de las señales y el transmisor es para la transmisión de las señales. El aparato se acopla con un cable eléctrico que incluye un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El receptor y el transmisor están acoplados con el cable activo, el cable neutro y el cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El interruptor permite que al menos uno del receptor y el transmisor sea acoplado con uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. El aparato incluye un procesador, una pluralidad de transmisores y una pluralidad de receptores. Cada transmisor y cada receptor están acoplados con el procesador. Los transmisores son para transmitir las señales y los receptores son para recibir las señales. El aparato se acopla con un cable eléctrico que incluye un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. Cada uno de los transmisores está acoplado con al menos dos de los cables activos, el cable neutro y el cable de tierra, cada transmisor con ello estando acoplado con un respectivo par de cables de transmisión. Cada uno de los receptores está acoplado con al menos dos de los cables activos, el cable neutro y el cable de tierra, estando con ello cada receptor acoplado con un par de cables de recepción respectivo. Los respectivos pares de cables de transmisión son diferentes y los respectivos pares de cables de recepción son diferentes. El procesador transmite las señales a través de al menos un respectivo par de cables de transmisión y recibe las señales a través de al menos un respectivo par de cables de recepción.

De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un sistema para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. Los cables eléctricos residenciales incluyen un cable activo, un cable neutro y un cable a tierra. El sistema incluye al menos dos módems de línea de alimentación. Cada módem de línea de alimentación incluye un procesador, al menos un transmisor, al menos un receptor y al menos un interruptor. El transmisor y el receptor están acoplados con el procesador. El interruptor se acopla con al menos uno del transmisor y el receptor. El transmisor es para la transmisión de las señales y el receptor es para la recepción de las señales. El interruptor se acopla con el cable activo, el cable neutro y el cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El interruptor permite que al menos uno del transmisor y el receptor sea acoplado con al menos uno de un primer par de cables y un segundo par de cables, respectivamente. Cada uno de los módems de líneas de alimentación acopla un dispositivo eléctrico correspondiente con una toma de conexión eléctrica respectiva, acoplándose cada toma de conexión eléctrica correspondiente con los cables eléctricos residenciales.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un sistema para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. Los cables eléctricos residenciales incluyen un cable activo, un cable neutro y un cable a tierra. El sistema incluye al menos dos módems de línea de alimentación. Cada uno de los módems de línea de alimentación incluye un procesador, una pluralidad de transmisores y al menos un receptor. El transmisor y el receptor están acoplados con el procesador. Los transmisores son para la transmisión de las señales y el receptor es para la recepción de las señales. El procesador es para la determinación de una onda portadora de frecuencia para las señales cuando se transmiten las señales. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. Cada uno de los transmisores define un respectivo rango de onda portadora sobre al menos uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación. Uno dado de los transmisores transmite las señales si la onda portadora de frecuencia de las señales está en el rango respectivo de onda portadora del uno dado de los transmisores. Cada uno de los módems de las líneas de alimentación acopla un dispositivo eléctrico correspondiente con una toma de conexión eléctrica respectiva, acoplándose cada toma de conexión eléctrica correspondiente con los cables eléctricos residenciales.

De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, se proporciona por lo tanto un aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales en una configuración de distribución eléctrica de 3 fases. El aparato incluye un procesador, un transmisor y un receptor. El receptor y el transmisor están ambos acoplados con el procesador. El transmisor es para la transmisión de las señales y el receptor es para la recepción de las señales. El aparato se acopla con un cable eléctrico incluyendo un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El transmisor transmite las señales a través de un par de cables y el receptor recibe las señales a través del par de

cables. El par de cables incluye el cable neutro y el cable de tierra.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona por lo tanto un aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. El aparato incluye un procesador, un transmisor y un receptor. El transmisor y el receptor están ambos acoplados con el procesador. El transmisor es para la transmisión de las
5 señales y el receptor es para la recepción de las señales. El aparato se acopla con un cable eléctrico que incluye un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El transmisor transmite las señales a través de un primer conjunto de pares de cables y el receptor recibe las señales a través de un segundo conjunto de pares de cables. Cada uno del primer conjunto y el segundo conjunto incluye dos pares de cables.

10 De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, se proporciona por lo tanto un procedimiento para la coordinación del canal de comunicación entre un transmisor y un receptor. El transmisor y el receptor son para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales incluyendo los cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el
15 cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El procedimiento incluye los procedimientos de selección de uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación como un canal de comunicación por defecto y transmitir una trama directiva antes de transmitir una de las señales siguientes. El procedimiento también incluye el procedimiento de transmisión de una trama de acuse de recibo selectiva (SACK) sobre el canal de comunicación por defecto después de transmitir una de las señales siguientes.
20 La trama directiva indica a través de cuál del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación el transmisor transmitirá las señales siguientes.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un procedimiento para la
25 coordinación del canal de comunicación entre un transmisor y un receptor. El transmisor y el receptor son para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, con los cables eléctricos residenciales, incluyendo un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El procedimiento incluye el procedimiento de
30 transmitir una trama directiva antes de transmitir las señales, indicando la trama directiva un próximo canal de comunicación a través de cuál el transmisor está transmitiendo una de las señales siguientes sólo si el próximo canal de comunicación es diferente de un canal de comunicación actual. El procedimiento también incluye el procedimiento de transmisión de una trama de acuse de recibo selectiva (SACK) sobre el canal de comunicación actual después de la transmisión de una de las señales siguientes.

35 De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, se proporciona por lo tanto un procedimiento para la coordinación del canal de comunicación entre un transmisor y un receptor. El receptor y el transmisor son para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, incluyendo los cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el
40 cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El procedimiento incluye los procedimientos de selección de uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación como un canal de comunicación por defecto y de transmisión de una ventana de contención antes de transmitir las señales. El procedimiento también incluye los procedimientos de transmisión de una señal de sincronización después de la transmisión de la ventana de contención, indicando la señal de sincronización que una señal siguiente transmitida será una señal de indicación, la transmisión de la señal de indicación y la transmisión de una trama de
45 acuse de recibo selectiva (SACK) a través del canal de comunicación por defecto después de transmitir una de las señales siguientes. La señal de indicación indica a través de cuál del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación transmitirá el transmisor una de las señales siguientes.

50 De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona por lo tanto un procedimiento para la coordinación del canal de comunicación entre un transmisor y un receptor. El transmisor y el receptor son para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, los cables eléctricos residenciales, incluyendo un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el
55 cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El procedimiento incluye el procedimiento de selección de uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación como un canal de comunicación por defecto. El procedimiento también incluye los procedimientos de transmisión de una ventana de contención antes de transmitir las señales y transmitir una trama de acuse de recibo selectiva (SACK) sobre el canal de comunicación por defecto después de transmitir una de las señales siguientes. La ventana de
60 contención se divide en una pluralidad de secciones del canal de comunicación. Cada una de las secciones del canal de comunicación indica a través de cuál del al menos uno del primer canal de comunicación, el segundo canal de comunicación y el tercer canal de comunicación será transmitida la siguiente de las señales en una dada de las secciones de canal de comunicación.

65 De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, se proporciona, por lo tanto, un procedimiento para la coordinación del canal de comunicación entre una pluralidad de nodos. Cada nodo incluye al menos uno de un

transmisor y un receptor, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales. Los cables eléctricos residenciales incluyen un cable activo, un cable neutro y un cable a tierra. El cable activo y el cable neutro forman un primer canal de comunicación, el cable activo y el cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y el cable neutro y el cable de tierra forman un tercer canal de comunicación. El procedimiento incluye los procedimientos de, para un receptor dado, examinar el transmisor en cada uno de los nodos que se comunica con el receptor, la selección de uno de los transmisores examinados como un transmisor primario y la determinación de un canal de comunicación óptimo entre el receptor y el transmisor primario. El procedimiento también incluye los procedimientos de informar a todos los transmisores examinados del canal de comunicación óptimo determinado y el seguimiento de al menos una característica de comunicación sobre el canal de comunicación óptimo determinado.

Breve descripción de los dibujos

La técnica divulgada se entenderá y apreciará más completamente a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunción con los dibujos en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de tomas de conexión eléctrica, construidas y operativas de acuerdo con una realización de la técnica divulgada;

La figura 2 es una ilustración esquemática de cableado eléctrico de una fase y de 3 fases en una residencia, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 3A es una ilustración esquemática de los canales de comunicación en una red de PLC MIMO, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 3B es una ilustración esquemática de una red PLC MIMO entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 4A es una ilustración esquemática de una primera forma de realización de una red de PLC conmutación entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 4B es una ilustración esquemática de una segunda forma de realización de una red de conmutación de PLC entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 4C es una ilustración esquemática de una tercera realización de una red de conmutación de PLC entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica descrita;

La figura 4D es una ilustración esquemática de una red PLC MRC entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 4E es una ilustración esquemática de una red PLC MRC conmutada entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 4F es una ilustración esquemática de una red portadora MRC PLC conmutada entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 5 es una ilustración esquemática de un módem de la técnica anterior;

La figura 6A es una ilustración esquemática de una sección receptora de un módem PLC conmutado, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 6B es una ilustración esquemática de otra sección del receptor de un módem PLC conmutado, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 6C es una ilustración esquemática de una sección adicional receptor de un módem PLC conmutado, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 6D es una ilustración esquemática de una sección de transmisor de un módem PLC conmutado, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 6E es una ilustración esquemática de otra sección de transmisor de un módem PLC conmutado, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 6F es una ilustración esquemática de una sección adicional de un transmisor de módem PLC conmutado, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 7A es una ilustración esquemática de un primer esquema de coordinación del canal de comunicación en una red de PLC conmutada entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 7B es una ilustración esquemática de un segundo esquema de coordinación del canal de comunicación en una red PLC conmutada entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

La figura 7C es una ilustración esquemática de un tercer esquema de coordinación del canal de comunicación en una red de PLC conmutada entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

La figura 7D es una ilustración esquemática de un cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación en una red de PLC conmutada entre dos nodos, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada; y

La figura 7E es una ilustración esquemática de un procedimiento de coordinación del canal de comunicación en una red de PLC conmutada entre una pluralidad de nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada.

Descripción detallada de las realizaciones

La técnica divulgada supera las desventajas de la técnica anterior proporcionando una nueva configuración de módem de línea de alimentación y el procedimiento de PLC para permitir que los datos transferidos a través de cables eléctricos en una residencia sean transferidos a través de varios pares de cables en la residencia. El par de cables elegido para la transferencia de datos se selecciona a través de un interruptor. Al permitir que la elección de cuál par de cables para transferir datos a través del mismo, se mejoran sustancialmente las velocidades de transmisión sobre la técnica anterior. Además, las tasas de transferencia de datos se mejoran de manera significativa en los sistemas de PLC con un aumento mínimo de los costes de fabricación para la producción de módems PLC de acuerdo con la técnica divulgada.

Se hace referencia ahora a la figura 1, es una ilustración esquemática de tomas de conexión eléctrica, generalmente referidas como 100, construidas y operativas de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. La figura 1 muestra dos tipos diferentes de tomas de conexión eléctrica, una toma de conexión eléctrica 102 y una toma de conexión eléctrica 104. La toma de conexión eléctrica 102 representa una toma de conexión eléctrica de tipo B que se encuentra en residencias en América del Norte y Japón. La toma de conexión eléctrica 104 representa una toma de conexión eléctrica tipo H que se encuentra en residencias en Israel. Las tomas de conexión eléctrica 102 y 104 representan la forma y la conformación de las tomas de conexión eléctrica a las que se pueden conectar los dispositivos eléctricos, así como la forma y la conformación de los enchufes eléctricos que se pueden enchufar a estas tomas de conexión eléctrica. Como puede verse, cada una de las tomas de conexión eléctrica 102 y 104, respectivamente, incluye tres contactos. La toma de conexión eléctrica 102 incluye un contacto directo 106, un contacto neutro 108 y un contacto de tierra 110. La toma de conexión eléctrica 104 incluye un contacto directo 112, un contacto neutro 114 y un contacto de tierra 116. En general, la electricidad que se transfiere a las residencias se transfiere a través del cableado eléctrico en la residencia que contiene tres cables. Un primer cable se conoce como el cable activo, vivo, de fase, de línea o caliente (en este documento estos términos se utilizan indistintamente) y por lo general se simboliza en los enchufes eléctricos y las tomas de conexión eléctrica utilizando el símbolo de tilde '~'. Un segundo cable se conoce como el cable neutro, frío o de retorno (en este documento estos términos se utilizan indistintamente) y por lo general se simboliza en los enchufes eléctricos y las tomas de conexión eléctrica utilizando la letra mayúscula 'N'. Un tercer cable se conoce como el cable de tierra, de conexión a tierra, de tierra de seguridad o de conexión a tierra de seguridad (en este documento estos términos se utilizan indistintamente) y por lo general se simboliza en los enchufes eléctricos y las tomas de conexión eléctrica utilizando la letra mayúscula "G" o una flecha que señala hacia abajo como se muestra en la figura 1 adyacente a los contactos de tierra 110 y 116.

Cada cable en el cableado eléctrico en una residencia comienza en un cuadro eléctrico (no se muestra), que está acoplado con un proveedor de electricidad. Es a través del cuadro eléctrico que se proporciona la electricidad, o corriente eléctrica, a la residencia desde el proveedor de electricidad. Desde el cuadro eléctrico, se utiliza cableado eléctrico para proporcionar energía eléctrica a varias tomas de conexión eléctrica en la residencia. Cada cable eléctrico que sale del cuadro eléctrico finalmente termina en una toma de conexión eléctrica, con cada cable en el cable eléctrico terminando en uno de los contactos de la toma de conexión eléctrica. Por ejemplo, con respecto a toma de conexión eléctrica 102, el cable vivo (no se muestra) termina en el contacto vivo 106, el cable neutro (no se muestra) termina en el contacto neutro 108 y el cable de tierra (no representado) termina en contacto con la tierra 110. Como se muestra en la figura 1, cada uno de los contactos está conformado o configurado de manera diferente de manera que los cables en el cable eléctrico en una toma de conexión eléctrica corresponden a los cables en el cable eléctrico en un dispositivo conectado a la toma de conexión eléctrica de pared. En general, el cable vivo se utiliza para transferir electricidad de corriente alterna (abreviada en este documento como CA) del cuadro eléctrico a una carga (es decir, un dispositivo eléctrico) conectada a una toma de conexión eléctrica de pared. El cable neutro se usa para completar el circuito eléctrico de vuelta de la carga al cuadro eléctrico. El cable neutro también se utiliza para disipar las cargas eléctricas estáticas que pueden acumularse en la carga. El cable de tierra se utiliza para transferir energía eléctrica cuando una carga tiene un defecto de aislamiento, generalmente de nuevo al cuadro eléctrico. La electricidad transferida se utiliza para fundir un fusible o activar el interruptor de circuito en el cuadro eléctrico y se detiene sustancialmente la transferencia de energía eléctrica a la toma de conexión eléctrica en la que se conecta la carga. Tal es el caso cuando la corriente extraída de la toma de conexión eléctrica por la carga excede un umbral predefinido. El cable de tierra también se utiliza para disponer de las cargas eléctricas no deseadas, como en el caso de protectores de sobretensión.

En PLC, los dispositivos están acoplados el uno al otro en una red a través de los cables en el cableado eléctrico de una residencia. En general, cada dispositivo acoplado a una toma de conexión eléctrica que tiene un módem de línea de alimentación (es decir, puede transferir datos sobre el cableado eléctrico de la residencia) se puede denominar como un nodo en una red. De acuerdo con la técnica divulgada, los nodos pueden representar cualquier dispositivo eléctrico en una residencia que incluye un módem de línea de alimentación, tales como ordenadores, impresoras, televisores, reproductores de DVD, aparatos de aire acondicionado, hornos, neveras, etc. Para transferir datos entre nodos, por lo general dos cables (de los tres cables presentes en un cable eléctrico), también conocido como un par de cables, son obligatorios. En general, ya que los datos se transfieren en forma de radiación electromagnética sobre el cableado eléctrico de una residencia, otras fuentes de radiación electromagnética en el entorno pueden interferir con los datos que se transmiten. Esta interferencia se conoce como entrada de frecuencia de radio (abreviada en este documento como RF). Para superar esta interferencia, se utiliza un par de cables (es

decir, dos cables) en el cableado eléctrico ya que se supone que la entrada de RF se irradia e interfiere con las señales en todos los cables en el cableado eléctrico sustancialmente en la misma cantidad. Para extraer los datos de la señal, se determina la diferencia en la señal entre un par de cables. Dado que la entrada de RF es común a los dos cables, sustancialmente se elimina en el cálculo de la diferencia. A este respecto, la transferencia de datos a través de un par de cables puede ser considerado como un diferencial de transferencia de datos. Mediante el uso de un par de cables para transferir los datos, se mitiga la susceptibilidad de los cables a la entrada de RF. Dicho modo de transmisión de este tipo se denomina modo de transmisión diferencial.

En un único cable eléctrico, están presentes tres pares de cables, el par de cables -/N (vivo/neutro), el par de cables N/G (neutro/tierra) y el par de cables -/G (vivo/tierra). En los módems de línea eléctrica del estado de la técnica, el par de cables -/N se usa para transferir datos. En otras palabras, en los módems de línea de alimentación del estado de la técnica, los datos se transfieren hacia y desde los nodos a través de los cables de fase y neutro en el cableado eléctrico en una residencia. Se observa que un par de cables puede ser considerado como un canal de comunicación. Por lo tanto, los módems de línea eléctrica del estado de la técnica utilizan un único canal de comunicación para la transferencia de datos a través de cables eléctricos.

Se hace referencia ahora a la figura 2, que es una ilustración esquemática de cableado eléctrico de 1 fase y de 3 fases en una residencia, generalmente referenciada como 140, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. En varios países, se usan diferentes procedimientos por los que la electricidad se distribuye en una residencia para sus diversas tomas de conexión eléctrica. Lo que se muestra en la figura 2 son dos de los principales procedimientos usados para distribuir electricidad, comúnmente conocido como distribución eléctrica de 1 fase y de distribución eléctrica de 3 fases. Por ejemplo, en todas las residencias en Francia utilizan distribución eléctrica de 1 fase, mientras que los hogares en Alemania utilizan distribución eléctrica de 3 fases. En los EE.UU., se utiliza distribución eléctrica de 2 fases, otro procedimiento, para proporcionar energía eléctrica a los dispositivos de alta potencia. El cableado eléctrico 140 incluye un cuadro eléctrico 142 de línea de alimentación de 1 fase (en lo sucesivo referido como cuadro eléctrico 142), tomas de conexión eléctrica 144, 146, 148, 150, 152, 154 y 156, y los cables eléctricos 158, 160, 162, 164, 166, 168 y 170. El cable eléctrico 158 acopla la toma de conexión eléctrica 144 al cuadro eléctrico 142, el cable eléctrico 160 acopla la toma de conexión eléctrica 146 al cuadro eléctrico 142, el cable eléctrico 162 acopla la toma de conexión eléctrica 148 al cuadro eléctrico 142, el cable eléctrico 164 acopla la toma de conexión eléctrica 150 al cuadro eléctrico 142, el cable eléctrico 166 acopla la toma de conexión eléctrica 152 al cuadro eléctrico 142, el cable eléctrico 168 acopla la toma de conexión eléctrica 154 al cuadro eléctrico 142 y el cable eléctrico 170 acopla la toma de conexión eléctrica 156 al cuadro eléctrico 142. Cada uno de los cables eléctricos 158, 160, 162, 164, 166, 168 y 170 incluye un cable vivo, un cable neutro y un cable de tierra. El cableado eléctrico 140 también incluye una línea de alimentación de 3 fases del cuadro eléctrico 172 (en lo sucesivo referido como cuadro eléctrico 172), un primer fusible principal 174, un segundo fusible principal 176 y un tercer fusible principal 178, un primer conjunto de cables eléctricos 180, un segundo conjunto de cables eléctricos de 182 y un tercer conjunto de cables eléctricos 184 y las tomas de conexión eléctrica 186A, 186B, 186C, 186D, 188A, 188B, 188C, 188 D, 190A, 190B, 190C y 190D. El primer conjunto de cables eléctricos 180 acopla las tomas de conexión eléctrica 186A, 186B, 186C y 186D al primer fusible principal 174, el segundo conjunto de cables eléctricos 182 acopla las tomas de conexión eléctrica 188A, 188B, 188C y 188 D al segunda fusible principal 176 y el tercer conjunto de cables eléctricos 184 acopla las tomas de conexión eléctrica 190A, 190B, 190C y 190D al tercer fusible principal 178. Se hace notar que el primer conjunto de cables eléctricos 180, el segundo conjunto de cables eléctricos 182 y el tercer conjunto de cables eléctricos 184 representan cables vivos que van a cada uno de las tomas de conexión eléctrica 186A, 186B, 186C, 186D, 188A, 188B, 188C, 188 D, 190A, 190B, 190C y 190D. Por razones de claridad y simplicidad, no se muestra el cable neutro y el cable de tierra que va a cada toma de conexión eléctrica. En el cuadro eléctrico 172, el cable neutro y el cable de tierra que va a cada una de las tomas de conexión eléctrica 186A, 186B, 186C, 186D, 188A, 188B, 188C, 188 D, 190A, 190B, 190C y 190D se originan en un solo lugar (no se muestra) en el cuadro eléctrico y no a partir de los fusibles principales separados, como se muestra en la figura 2 en relación con el cable vivo.

El cuadro eléctrico 142, así como del cuadro eléctrico 172, también conocidos como la línea de alimentación o la tensión de red, representa la ubicación en una residencia (no mostrada) donde las líneas de transmisión (no se muestra) utilizadas por un proveedor de electricidad entran en la residencia. A partir del cuadro eléctrico 142, la electricidad se proporciona a la residencia a través del cableado eléctrico, tales como los cables eléctricos 158, 160, 162, 164, 166, 168 y 170, a varias tomas de conexión eléctrica, tales como tomas de conexión eléctrica 144, 146, 148, 150, 152, 154 y 156. En general, las tomas de conexión eléctrica se ubicarán en distintos espacios y habitaciones en la residencia, que cubre prácticamente toda la residencia. Por lo general, todas las habitaciones de una casa tienen al menos una toma de conexión eléctrica. En la distribución eléctrica de 1 fase, la electricidad se suministra a todas las tomas de conexión eléctrica en una residencia en la misma fase. En tal configuración, un dispositivo eléctrico, es decir, un nodo, acoplado a cualquier toma de conexión eléctrica puede comunicarse con otro nodo acoplado con cualquier otra toma de conexión eléctrica utilizando un módem de línea de alimentación. Por ejemplo, un ordenador (no se muestra), junto con la toma de conexión eléctrica 156, se puede comunicar con una impresora (no mostrada), acoplado con la toma de conexión eléctrica 146, a través de los cables eléctricos 170 y 160, respectivamente, y del cuadro eléctrico 142. En la distribución eléctrica de 1 fase, ya que todos las tomas de conexión eléctrica se suministran con energía eléctrica en la misma fase, es decir, sustancialmente al mismo tiempo, la carga máxima, o la máxima cantidad de electricidad que se puede utilizar en cualquier momento dado en la

residencia, está determinado por las regulaciones gubernamentales de la cantidad de electricidad, tal como se mide en amperios, se proporciona a los diferentes tipos de residencias. En algunos países, la regulación gubernamental puede ser suficientemente alta para que todos los dispositivos en una residencia, en especial los dispositivos que utilizan una gran cantidad de electricidad, tales como acondicionadores de aire y hornos, puedan funcionar simultáneamente. En otros países, sin embargo, la regulación gubernamental puede no ser suficientemente alta para que todos los dispositivos en una residencia puedan funcionar simultáneamente, lo que puede dar lugar a situaciones en las que un acondicionador de aire y un lavavajillas o un horno, no pueden ser capaces de funcionar simultáneamente en la residencia, ya que la cantidad total de electricidad necesaria para hacer funcionar los dispositivos es superior a la cantidad permitida de electricidad que la residencia puede utilizar en un período de tiempo determinado. Tal situación se puede remediar mediante la distribución eléctrica de 3 fases.

En la distribución eléctrica de 3 fases, las tomas de conexión eléctrica se dividen en tres grupos. Las tomas de conexión eléctrica en cada grupo se suministran secuencialmente con energía eléctrica en diferentes fases. Por ejemplo, en el cuadro eléctrico 172, cada fase está representada por un fusible principal diferente. El primer fusible principal 174 representa una primera fase, un segundo fusible principal 176 representa una segunda fase y un tercer fusible principal 178 representa una tercera fase. Las tomas de conexión eléctrica 186A, 186B, 186C y 186D están en la primera fase, las tomas de conexión eléctrica 188A, 188B, 188C y 188d están en la segunda fase y las tomas de conexión eléctrica 190A, 190B, 190C y 190D están en la tercera fase. Al colocar las tomas de conexión eléctrica de una residencia en diferentes fases, grandes cantidades de electricidad pueden ser utilizadas por los dispositivos en la residencia mientras se mantienen dentro de la cantidad de electricidad máxima que se proporciona a la residencia. A este respecto, la distribución eléctrica de 3 fases permite que más dispositivos funcionen en una residencia que una distribución eléctrica de 1 fase. Por otro lado, ya que las diferentes tomas de conexión eléctrica acopladas con el cuadro eléctrico 172 se encuentran en diferentes fases, los nodos en una fase no pueden comunicarse generalmente con nodos en otra fase, y si pueden, será a una velocidad de transferencia de datos considerablemente inferior dado que la señal de atenuación entre los nodos de diferentes fases es sustancialmente mayor que la atenuación de la señal entre nodos en la misma fase. Como se mencionó anteriormente, en el módem de la línea eléctrica del estado de la técnica, el par de cables -/N se usa para transferir datos. En la distribución eléctrica de 1 fase, ya que todas las tomas de conexión eléctrica están en la misma fase, los nodos conectados a cualquier toma de conexión eléctrica se pueden comunicar una con la otra a una tasa de transferencia de datos considerablemente alta. En la distribución eléctrica de 3 fases, ya que las tomas de conexión eléctrica en una residencia se encuentran en una de las tres fases diferentes, sólo los nodos conectados de forma eléctrica por cable en la misma fase (es decir, por cable al mismo fusible principal) se pueden comunicar uno con el otro en una tasa sustancialmente alta de transferencia de datos con los módems de línea eléctrica del estado de la técnica. Por ejemplo, un ordenador (no se muestra) conectado a 186A toma de conexión eléctrica no se puede comunicar con una impresora (no se muestra) conectado a la toma de conexión eléctrica 190C a una tasa de transferencia de datos sustancialmente alta con los módems de línea de alimentación del estado de la técnica, ya que las dos tomas de conexión eléctrica están en diferentes fases. Se observa sin embargo que sólo la electricidad transferida sobre el cable vivo se transfiere secuencialmente en diferentes fases. En cuanto al cable neutro y el cable de tierra, son comunes a las tres fases. En otras palabras, el cable neutro y el cable de tierra a cada toma de conexión eléctrica en una residencia se originan desde la misma ubicación en el cuadro eléctrico 172, mientras que los cables vivos se originan a partir de uno del primer fusible principal 174, el segundo fusible principal 176 o el tercer fusible principal 178. Como se describe a continuación en mayor detalle, con referencia a las figuras 3A, 3B, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E y 4F de acuerdo con la técnica divulgada, puede ser seleccionado el par de cables en los cables eléctricos utilizados para transferir datos. En el caso de distribución eléctrica de 3 fases, si se selecciona el par de cables N/T, ya que este par de cables es común a todas las tomas de conexión eléctrica en la residencia, a continuación, incluso nodos en diferentes fases se pueden comunicar uno con el otro en una velocidad de transferencia de datos sustancialmente alta. Por ejemplo, un ordenador (no se muestra) conectado a la toma de conexión eléctrica 186C podría comunicarse con una impresora (no se muestra) conectada a la toma de conexión eléctrica 188D a una velocidad de transferencia de datos sustancialmente alta utilizando una línea de alimentación del módem construido de acuerdo con la técnica divulgada, ya que un par de cables común entre las fases puede ser seleccionado cuando el par de cables se utiliza para transferir datos a través de los cables eléctricos de la residencia. También se observa que en la distribución eléctrica de 3 fases, algunas de las tomas de conexión eléctrica (no mostrada) se puede acoplar con las tres fases. Por lo general, tal es el caso para tomas de conexión eléctrica destinadas a dispositivos de alto amperaje, tales como acondicionadores de aire y hornos.

Se hace referencia ahora a la figura 3A, que es una ilustración esquemática de los canales de comunicación en una red de PLC de entrada múltiple y salida múltiple (abreviada como MIMO en este documento), generalmente referenciada como 210, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. En el arte de la comunicación analógica y digital, el medio físico sobre el cual una señal puede ser transferida puede ser referido como un canal. Por ejemplo, en los antiguos sistemas de centralitas telefónicas, cada conjunto de cables sobre el que se transmiten las señales telefónicas representaba diferentes canales. Si todos los canales estaban en uso, entonces no podrían ser enviadas nuevas señales telefónicas por un nuevo usuario (es decir, no se podía hacer nuevas llamadas telefónicas). En la comunicación digital, la frecuencia o intervalo de frecuencias usado para transmitir datos (es decir, una señal) también puede ser referido como un canal, tales como las estaciones de radio que utilizan canales para transmitir programas de radio. Con el fin de transferir una señal a través de un canal, se requiere un transmisor para enviar, es decir, transmitir, la señal sobre el canal. La señal es recibida entonces por un

receptor acoplado con el mismo canal, que acepta la señal. Por ejemplo, una señal de radio transmitida por un transmisor en 99,9 megahertzios (abreviado como MHz en este documento) puede ser recibida por una radio sintonizada a 99,9 MHz, es decir, el receptor de la radio se ajusta en el canal específico, 99,9 MHz, que se utiliza para transmitir la señal de radio. En el campo de la comunicación digital, dispositivos que pueden transmitir y recibir señales (es decir, datos) sobre varios tipos de cables, tales como los cables de fibra óptica, cables telefónicos, cables de Ethernet y cables eléctricos, se denominan sustancialmente como módems. Los módems pueden ser diseñados para transmitir datos a través de un solo canal o sobre una pluralidad de canales. Los módems del estado de la técnica por lo general tienen un transmisor y un receptor.

En el campo de la comunicación de radio, celular e inalámbrica, son conocidos en la técnica diversos tipos de configuraciones de comunicación. Una configuración de este tipo se conoce como una configuración MIMO, en la que múltiples transmisores transmiten una señal a través de múltiples canales y múltiples receptores se usan para recibir la señal transmitida a través de los múltiples canales. De acuerdo con la técnica divulgada, una configuración MIMO se utiliza en una red de PLC, tal como se describe a continuación. En una red de PLC, los diversos pares de cables, -/N, N/G y -/G pueden ser considerados como diferentes terminales de comunicación que pueden cada uno acceder a un canal de comunicación directa y dos canales de comunicación de diafonía. Dado que los cables eléctricos tienen tres cables, pares de dos cables, por ejemplo -/N y N/G, se pueden utilizar para enviar dos señales diferenciales independientes a través de los cables eléctricos. La figura 3 incluye un transmisor 212, un receptor 214, un par de cables de transmisión -/G 216, un par de cables de transmisión G/N 218, un par de cables de recepción -/G 220, un par de cables de recepción G/N 222, un primer canal de transmisión directa 224, un primer canal de transmisión de diafonía 226, un segundo canal de transmisión de diafonía 228 y un segundo canal de transmisión directa 230. Se hace notar que el primer canal de transmisión directa 224, el primer canal de transmisión de diafonía 226, el segundo canal de transmisión de diafonía 228 y el segundo canal de transmisión directa 230 no representan el cableado físico de acoplamiento del transmisor 212 y el receptor 214, sino más bien el modelo de canal de comunicación entre el transmisor 212 y el receptor 214. Los canales de transmisión directos pueden coincidir con pares de cables particulares, pero los canales de comunicación de diafonía no. Para los propósitos de simplicidad, el término transmisor en este documento se puede abreviar como TX y el término receptor en este documento se puede abreviar como RX. El TX 212 y el RX 214 se acoplan a través de los canales de transmisión que se muestran, es decir, los canales de transmisión que se muestran representan los diversos canales a través de los cuales los datos pueden ser transferidos de TX 212 a RX 214. En general, TX 212 es parte de un módem (no se muestra) que se acopla con un nodo (que puede ser un ordenador, impresora, televisión y similares - que tampoco se muestra). El RX 214 es también parte de un módem (no se muestra), que está acoplado con otro nodo en una red (no mostrada). Para los propósitos de sencillez y para demostrar la técnica divulgada, sólo se muestra el TX del nodo de transmisión de una señal y sólo se muestra el RX del nodo de recepción de la señal en esta figura, así como en las figuras 3B, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E y 4F. Como se mencionó anteriormente, cada nodo tendrá un módem acoplado al mismo, incluyendo el módem un TX y un RX, lo que significa que cada nodo puede comunicarse (es decir, transmitir y recibir) con todos los demás nodos. También, en general, un TX y un RX están cada uno acoplados a los respectivos procesadores, que pueden modificar, codificar/descodificar y procesar señales de datos.

Como muestra la figura 3A es una ilustración esquemática, cada par de cables se muestra como una unidad independiente. En un cable eléctrico real, sólo están presentes tres cables y los dos pares de cables tendrán un cable en común. De acuerdo con la técnica divulgada, cada par de cables se puede considerar un terminal de comunicación diferente por el cual el TX puede transmitir una señal. En una configuración MIMO, cada TX transmite una señal a cada RX. En la figura 3A, cada par de cables se puede considerar un terminal de comunicación diferente para transmitir y recibir. Por lo tanto, el par de cables de transmisión -/G 216 puede ser considerado un primer terminal de comunicación de transmisión, el par de cables de transmisión G/N 218 puede ser considerado como un segundo terminal de comunicación de transmisión, el par de cables de recepción -/G 220 puede ser considerado un primer terminal de comunicación de recepción y el par de cables de recepción G/N 222 puede ser considerado como un segundo terminal de comunicación de recepción. En la configuración MIMO de la figura 3A, cada transmisor transmite una señal al receptor a través de cada uno de los cuatro canales de transmisión diferentes. El par de cables de transmisión -/G 216 transmite una señal utilizando el primer canal de transmisión directa -/G 224 al par de cables de recepción 220. El par de cables de transmisión G/N 218 transmite una señal usando el segundo canal de transmisión directa G/N 230 al par de cables de recepción 222. El par de cables de transmisión -/G 216 también transmite una señal con el primer canal de transmisión de diafonía 226 al par de cables de recepción G/N 222 y el par de cables de transmisión G/N 218 también transmite una señal usando el segundo canal de transmisión de diafonía 228 al par de cables de recepción -/G 220. Un canal de transmisión directa es cuando tanto el terminal de comunicación de recepción y el terminal de comunicación de transmisión están en el mismo par de cables. A este respecto, el par de cables representa un canal físico, como en el caso mostrado en la figura 3A del primer canal de transmisión directa 224 y el segundo canal de transmisión directa 230. Dado que los datos que se transmiten a través de cables eléctricos es radiación electromagnética y debido al hecho de que, en un cable eléctrico los tres cables son sustancialmente paralelos y adyacentes uno a otro, un segundo par de cables puede recoger la señal que se transfiere a través de un primer par de cables. Esto se representa en la figura 3A como un canal de transmisión de diafonía. Existen canales de transmisión de diafonía en los cables eléctricos, por lo tanto, a pesar de que el par de cables de transmisión -/G 216 y el par de cables de recepción G/N 222 son pares de cables diferentes, los pares de cables, sin embargo, pueden transferir señales de uno al otro. Se hace notar que la elección de los pares de cable que se muestra en la figura 3A (-/G y G/N) es sólo ilustrativa y que dos cualesquiera de los tres

posibles pares de cables en un cable eléctrico pueden ser utilizados como los pares de cables de transmisión y los pares de cables de recepción. Además, los pares de cables en TX 212 y en RX 214 no tienen que coincidir. Todo lo que se requiere para la configuración de la figura 3A es que el TX transmita datos a través de dos pares de cables y que dos pares de cables reciban los datos transmitidos. Por ejemplo, los dos pares de cables de transmisión en la figura 3A podría ser un par de cables -/G y un par de cables N/G (como se muestra en la figura) y los dos pares de cables que reciben podría ser un par de cables ~/N y un par de cables N/G.

Se observa que los canales de comunicación que se muestran en la figura 3A están siempre presentes en una red de comunicación PLC. En otras palabras, la señal transmitida a través del par de cables de transmisión -/G 216 se recibe por lo tanto en el par de cables de recepción -/G 220 y el par de cables de recepción G/N 222. Del mismo modo, la misma señal se transmite a través del par de cables de transmisión G/N 218 y se recibe por lo tanto en el par de cables de recepción -/G 220 y el par de cables de recepción G/N 222. El procesador (no se muestra) acoplado con RX 214 puede separar los datos que se originaron a partir de cada par de cables, como se conoce en la técnica. A continuación, en las figuras 3B, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E y 4F, se muestran diferentes formas de realización de la técnica divulgada, y se observa que en cada una de estas formas de realización, los canales de comunicación que se muestran en la figura 3A existen en estas formas de realización también, porque los nodos (no se muestran) están acoplados a través de cables eléctricos que tienen tres cables y por lo tanto tres pares de cables. En otras palabras, el acoplamiento físico de un transmisor y un receptor en una red PLC mediante cables eléctricos permite que los canales de comunicación en la figura 3A entre TX 212 y RX 214 estén presentes en cada una de las formas de realización que se muestran abajo, a pesar de que en algunas de estas formas de realización, los datos desde un canal de comunicación particular, se descartan o no son procesados por un procesador (no se muestra).

Se hace referencia ahora a la figura 3B, que es una ilustración esquemática de una red de PLC MIMO entre dos nodos, generalmente referenciada como 240, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. En la figura 3B se puede ver como una ilustración de un sistema de red PLC MIMO. La red PLC MIMO 240 incluye un TX 242 y un RX 244. Como se mencionó en la figura 3A, TX 242 es parte de un módem (no se muestra) que se acopla con un nodo (no se muestra) y RX 244 es también parte de otro módem (no se muestra), que también está acoplado con otro nodo (no se muestra). Cada módem también puede incluir un procesador (no se muestra). TX 242 y RX 244 se acoplan a través del cable eléctrico 254. TX 242 recibe una primera señal analógica 246 y una segunda señal analógica 248. La primera señal analógica 246 se transmite a lo largo del cable eléctrico 254 a través del par de cables ~/N y la segunda de señal analógica 248 se transmite a lo largo del cable eléctrico 254 a través del par de cables N/G. Los pares de cables a lo largo de los cuales se transmiten la primera señal analógica 246 y la segunda de señal analógica 248 a RX 244 son arbitrarios y sólo con fines ilustrativos; cualesquiera de dos de los tres posibles pares de cables en un cable eléctrico podrían haber sido utilizados como los pares de cables para la transmisión de las señales analógicas. RX 244 recibe la primera señal analógica 246 y la segunda señal analógica 248 y les da salida como una primera señal analógica 250 y una segunda señal analógica 252. Se hace notar que la primera señal analógica 246 se transmite sobre el canal de comunicación directa del par de cables ~/N, pero también se acopla través del canal de comunicación a la segunda señal analógica de diafonía 252 recibida en el par de cables N/G. Del mismo modo, la segunda señal analógica 248 se transmite por el canal de comunicación directa del par de cables N/G, pero también acoplado a través del canal de comunicación de diafonía a la primera señal analógica 250 recibida en el par de cables ~/N. En RX 244, la primera señal analógica 250 representa la señal enviada por el par de cables ~/N, así como la señal enviada por el par de cables N/G y la segunda señal analógica 252 representan la señal enviada por el par de cables N/G, así como la señal enviada por el par de cables ~/N. En el procesador (no se muestra) acoplado con RX 244, los datos originales que eran modulados y utilizados para generar las señales analógicas de transmisión en cada par de cables se separan. Como se muestra en la figura 3A, en una configuración MIMO, una señal se transmite a través de dos pares de cables en el lado del transmisor y recibidos por dos pares de cables en el lado del receptor, es decir, hay cuatro canales de comunicación entre TX 242 y RX 244 como se muestra en la figura 3A. Además, los dos pares de cables en cada uno del lado transmisor y del lado del receptor no necesitan ser el mismo.

En los módems de línea eléctrica del estado de la técnica, sólo se utiliza un par de cables para transmitir los datos, lo cual puede resultar en una velocidad de transferencia de datos sustancialmente baja de aproximadamente 30 megabits por segundo (abreviado como Mbps en este documento) teniendo una cobertura del 90%. En general, las tasas de transferencia de datos entre nodos en una red a través de cables eléctricos pueden tener un amplio rango que depende de la distancia entre los nodos, así como el número y el tipo de dispositivos eléctricos junto con los diversos puntos de venta en una residencia donde está situada la red. La cobertura se refiere al porcentaje de usuarios que alcanzan una velocidad de transferencia de datos mínima dada después de tomar en cuenta los factores que pueden afectar a las tasas de transferencia de datos, y que son diferentes entre los usuarios. En la red PLC MIMO 240, dado que se utiliza más de un par de cables para transmitir y recibir una señal, la velocidad de transferencia de datos se puede aumentar sustancialmente. Por ejemplo, si la señal transmitida a través de los canales de comunicación de diafonía es débil, entonces se pueden los dos canales de comunicación directos sustancialmente independientes usar para transmitir el doble de la cantidad de datos, es decir, sustancialmente el doble de la tasa, a través de un solo canal de comunicación directa, que tiene un alta relación señal a ruido (abreviada como SNR en este documento), mientras que utiliza la misma cantidad de energía para transmitir los datos. Las tasas de transferencia de datos se incrementan mediante el envío de señales diferentes utilizando simultáneamente diferentes pares de cables. Las tasas de transferencia de datos también se incrementan mediante

el envío de la misma señal utilizando diferentes pares de cables de forma simultánea, lo que aumenta la fiabilidad y la fuerza de la señal transferida. Se observa que la configuración de red en la figura 3B es entre dos nodos. En la realización de la técnica divulgada que se muestra en la figura 3B, las señales se transmiten desde un TX para un RX en una red PLC mediante una configuración MIMO. En muchas configuraciones residenciales, los errores en las señales recibidas a través de un par de cables particular, pueden afectar significativamente la calidad de la señal transmitida, lo que no permite que se logre el aumento total en la tasa de transferencia de datos en una configuración MIMO. Sin embargo, los aumentos en la tasa de transferencia de datos en una red PLC se puede lograr a través de una red de conmutación de PLC como se describe a continuación en la figura 4A.

10 Se hace referencia ahora a la figura 4A, que es una ilustración esquemática de una primera forma de realización de una red PLC conmutada entre dos nodos, generalmente referenciada como 280, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. La red PLC conmutada 280 incluye un TX 282 y un RX 284. Como se mencionó en la figura 3A, TX 282 es parte de un módem (no se muestra) que se acopla con un nodo (no se muestra) y RX 284 es también parte de otro módem (no se muestra), que también está acoplado con otro nodo (no se muestra). Un interruptor 296 está acoplado con TX 282 y un interruptor 298 está acoplado con RX 284. Tanto el interruptor 296 y el interruptor 298 pueden estar acoplados respectivamente a los respectivos procesadores (no se muestra). TX 282 se acopla con el RX 284 a través del cable eléctrico 294. La forma de realización representada en la figura 4A es una doble red PLC conmutada. TX 282 se conecta para transmitir una señal analógica ya sea sobre un par de cables ~/N o un par de cables N/G, dependiendo de la posición del interruptor 296. En la figura 4A, una primera señal analógica 286 se proporciona a TX 282, que la transmite a través del par de cables ~/N. La primera señal analógica 286 se representa como una línea continua. Si el interruptor 296 se cambió a su otra posición, luego se proporcionará una segunda señal analógica 288 a TX 282 que la transmitiría a través del par de cables N/G. La segunda señal analógica 288 se representa por una línea de puntos. Del mismo modo RX 284 está conectado para recibir una señal analógica ya sea a través de un par de cables ~/N o de un par de cables N/G, dependiendo de la posición del interruptor 298. En la figura 4A, una segunda señal analógica 292 se proporciona al RX 284 que la recibió a través el par de cables N/G. La segunda señal analógica 292 se representa como una línea continua. Si el interruptor 298 se cambió a su otra posición, luego una primera señal analógica 290 se proporcionaría a RX 284 que la recibiría a través del par de cables ~/N. La primera señal analógica 290 se representa por una línea de puntos. Como se explica a continuación, en la figura 4A se ha seleccionado un solo par de cables en cada uno de TX 282 y RX 284 para transmitir y recibir, respetuosamente, una señal. Debido a la naturaleza de los canales de comunicación en una red PLC, cuando TX 282 transmite la primera señal analógica 286 sobre el par de cables ~/N, la señal también se transmite por el canal de comunicación de diafonía, que es la razón por la que RX 284 se puede configurar para recibir la señal transmitida en el par de cables N/G como una segunda señal analógica 292. Como se mencionó anteriormente, la elección de los pares de cables para transmitir y recibir es arbitraria dado que se puede utilizar cualquiera de los tres posibles pares de cables.

En general, los cables eléctricos en una residencia son conductores ruidosos. El ruido resulta a partir de muchos factores y puede cambiar con el tiempo. Algunos de estos factores incluyen el tipo de dispositivos acoplados a tomas de conexión eléctrica particulares en la residencia, la disposición física del cableado eléctrico de una casa, que por lo general es de naturaleza sustancialmente ramificada, así como la entrada de RF a partir de los dispositivos en las proximidades (por ejemplo, tales como equipos de radioaficionados). Además, la atenuación de la señal en los cables eléctricos puede ser sustancialmente grande dado que el cableado eléctrico no está por lo general fabricado para manejar las frecuencias utilizadas en PLC (por ejemplo, las frecuencias en la gama MHz y superiores) y los elementos de protección para los dispositivos eléctricos conectados a la residencia, tales como protectores de sobretensión, pueden aumentar la pérdida de señal a altas frecuencias, tales como los utilizados en PLC. Debido a estos factores, los diferentes pares de cables pueden presentar diferentes características de transmisión, tales como las diferentes características de ruido que dependen del tiempo. De acuerdo con la técnica divulgada, se proporciona un interruptor en el lado de la transmisión de una señal y en el lado de la recepción de la señal que permite que el par de cables utilizado para transmitir la señal sea seleccionado, así como el canal utilizado por el receptor para recibir la señal. Dependiendo de estos factores, en un intervalo de tiempo dado, un par de cables en particular puede ser menos ruidoso que el otro par de cables. En la red PLC conmutada 280, el interruptor 296 permite al TX 282 transmitir una señal a través de un primero par de cables, tales como el par de cables ~/N o a través de un segundo par de cables, tales como el par de cables N/G. El interruptor 298 permite al RX 284 recibir una señal sobre un prime par de cables, tales como el par de cables ~/N 290 o a través de un segundo par de cables, tales como el par de cables N/G. El interruptor 296 permite que diferentes pares de cables sean seleccionados para transmitir una señal analógica, mientras que el interruptor 298 permite que diferentes pares de cables sean seleccionados para recibir una señal analógica. Dependiendo del par de cables seleccionado en RX 284, se selecciona ya sea un canal de comunicación directo o un canal de comunicación de diafonía para la recepción de señales. En el ejemplo mostrado en la figura 4A, un par de cables ~/N ha sido seleccionado para transmitir la primera señal analógica 286, con un par de cables N/G seleccionado para recibir segunda señal analógica 292. Mediante la selección de un par de cables N/G, que es un par de cables diferente que el par de cables ~/N, ha sido seleccionado un canal de transmisión diafonía para la transferencia de una señal desde TX 282 a RX 284. Si el interruptor 298 hubiera seleccionado un par de cables ~/N para recibir una señal desde TX 282, se habría creado un canal de transmisión directa para la transferencia de la señal desde el TX 282 al RX 284. Como se describe a continuación en las figuras 6A-6F, un módem PLC construido de acuerdo con la técnica divulgada puede comprobar el nivel de ruido y la calidad de cada par de cables y determinar, para un intervalo de tiempo dado, qué

par de cables en el lado del transmisor y qué par de cables en el lado del receptor se debe utilizar para lograr una señal sustancialmente de alta calidad. Se observa que la configuración de red que se muestra en la figura 4A es entre dos nodos. De acuerdo con la técnica divulgada, la elección de qué par de cables en el lado del transmisor y qué par de cables en el lado del receptor se utiliza para transmitir y recibir una señal que está determinada entre dos nodos. En una red con una pluralidad de nodos, cada nodo tiene que negociar con cada otro nodo respecto a qué par de cables en el lado del transmisor y qué par de cables en el lado del receptor se va a utilizar entre los dos nodos.

Como se mencionó anteriormente, los módems de línea eléctrica del estado de la técnica utilizan el par de cables ~/N para la transferencia de señales entre los nodos. También, como se mencionó anteriormente, en la distribución eléctrica de 3 fases, el par de cables N/G es común a las tres fases, a diferencia del cable -, que transfiere energía eléctrica en tres fases secuenciales. De acuerdo con la realización de la figura 4A, si dos nodos en una residencia de distribución eléctrica de 3 fases se encuentran en diferentes fases, a continuación, los nodos pueden comunicarse a una velocidad de transferencia de datos sustancialmente alta el uno con el otro mediante la selección de la utilización del par de cables N/G en el lado de TX de un nodo y en el lado de RX del otro nodo para la transferencia de señales. Además, un mayor número de aparatos eléctricos acoplado con tomas de conexión eléctrica de una fase particular (distribución eléctrica de 1 fase o distribución eléctrica de 3 fases) puede aumentar el nivel de ruido en el par de cables ~/N. De acuerdo con la técnica divulgada, el par de cables seleccionado para transmitir y recibir señales se puede cambiar en función del nivel de ruido de cada par de cables. Por ejemplo, si el nivel de ruido en el ~/N es sustancialmente alto, debido a que muchos aparatos eléctricos están conectados, a continuación, se puede seleccionar el par de cables N/G para la transferencia de señales. A pesar de que el ruido del par de cables ~/N puede ser recibido todavía en el RX en el par de cables N/G, el ruido recibido sería desde el canal de transmisión de diafonía, que es por lo general una señal atenuada, lo que resulta en menos ruido recibido con la señal. Si el nivel de ruido del ~/N disminuye, debido a que los aparatos eléctricos están desconectados, el TX de un nodo y/o el RX del otro nodo puede volver a utilizar el par de cables ~/N para transferir señales de si una mayor calidad señal puede ser enviada en ese par de cables. Además, algunos protectores de sobretensión, por ejemplo, los que se encuentran comúnmente en los EE.UU., están contruidos de tal manera que en una franja de alimentación (también conocida como una barra de alimentación), el protector se encuentra entre el cable - y el cable N de la franja de alimentación. Las señales transmitidas a través de la tira de la energía a altas frecuencias (por ejemplo, las frecuencias en la gama MHz), comúnmente utilizados por los módems de línea de alimentación, en el cable experiencia par ~/N una cantidad significativa de atenuación de la señal debido a los protectores de sobretensión. Una atenuación significativamente menor es experimentada por las señales en las tomas de conexión eléctrica en el par de cables N/G. Por lo tanto, de acuerdo con la técnica divulgada, si un nodo está acoplado con una toma de conexión eléctrica a través de un protector contra sobretensiones, el par de cables N/G puede ser utilizado para transferir señales si la cantidad de atenuación del par de cables ~/N es sustancialmente alta.

Como se describe a continuación en mayor detalle en las figuras 6A-6F, tanto TX 282 y RX 284 se acoplan con los respectivos módems, que pueden incluir procesadores (no se muestra) y otros aparatos electrónicos (no se muestra). Estos procesadores y otros aparatos electrónicos están habilitados para verificar y comprobar los diferentes canales de transmisión disponibles para determinar qué par de cables debe ser usado para transferir datos de manera más eficiente. Procedimientos y sistemas para el control de la calidad de un canal de transmisión son conocidos en la técnica. De acuerdo con una forma de realización de la técnica divulgada, la calidad de cada canal de transmisión se verifica y se comprueba en intervalos de tiempo específicos, que pueden ser del orden de milisegundos, segundos, minutos u horas. Dependiendo del resultado de la comprobación o verificación, los pares de cables utilizados para transferir señales entre dos nodos se pueden cambiar utilizando los interruptores 296 y 298. En una forma de realización de la técnica divulgada, el lado de transmisión hace la verificación de la calidad de los pares y canales de cable e instruye al lado de recepción sobre qué par de cables utilizar. En otra forma de realización de la técnica divulgada, el lado de recepción hace la verificación de la calidad de los pares y canales de cable e instruye al lado de la transmisión sobre qué par de cables utilizar. Según otras formas de realización de la técnica divulgada, como se muestra a continuación en las figuras 4B y 4C, dependiendo de varias condiciones, el interruptor 296 puede ser desactivado, el interruptor 298 puede ser desactivado, o ambos interruptores se pueden desactivar, de tal manera que ya sea TX 282, RX 284 o ambos trabajan de una manera estática, la transmisión de señales mediante un par de cables en particular y recibir señales a través de un canal de transmisión particular. Tales condiciones pueden incluir consideraciones financieras, así como la complejidad de una red de PLC y el sistema.

Se hace referencia ahora a la figura 4B, que es una ilustración esquemática de una segunda forma de realización de una red PLC conmutada entre dos nodos, generalmente referenciada como 310, construida y operativa de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. La red PLC conmutada 310 incluye un TX 312 y un RX 314. Como se mencionó en la figura 3A, TX 312 es parte de un módem (no se muestra) que se acopla con un nodo (no se muestra) y RX 314 es también parte de otro módem (no se muestra), que también está acoplado con otro nodo (no se muestra). Un interruptor 320 está acoplado con TX 312. El interruptor 320 puede estar acoplado a un procesador (no se muestra). El TX 312 se acopla con el RX 314 a través del cable eléctrico 324. La forma de realización representada en la figura 4B es una sola red PLC conmutada. El TX 312 se conecta para transmitir una señal analógica ya sea sobre un par de cables ~/N o un par de cables N/G, dependiendo de la posición del interruptor 320. En la figura 4B, una primera señal analógica 316 se proporciona a TX 312, que transmite sobre el par de cables ~/N.

Primera señal analógica 316 se representa como una línea continua. Si el interruptor 320 se cambió a su otra posición, y luego una segunda señal analógica 318 se proporciona para TX 312, que transmitiría a través del par de cables N/G. La segunda señal analógica 318 se representa por una línea de puntos. El RX 314 está conectado para recibir una señal analógica sólo a través de un par de cables N/G. En la Figura 4B, una señal analógica 322 se proporciona a RX 314 que la ha recibido a través del par de cables N/G.

La red PLC conmutada 310 funciona sustancialmente como la red PLC conmutada 280 (figura 4A), excepto que sólo el lado de transmisión está equipado con un interruptor. En la figura 4B solamente un par de cables en TX 312 se ha seleccionado para transmitir una señal, mientras que se ha determinado un par de cables en RX 314 (es decir, a través del cableado) para recibir una señal. Debido a la naturaleza de los canales de comunicación en una red PLC, cuando TX 312 transmite la primera señal analógica 316 sobre el par de cables ~/N, la señal también se transmite por el canal de comunicación de diafonía, que es la razón por la que RX 314 puede recibir la señal transmitida en el par de cables N/G como una señal analógica 322. Como se mencionó anteriormente, la elección de los pares de cables para transmitir y recibir es arbitraria dado que cualquiera de los tres pares de cables posibles se puede utilizar. En otras palabras, por ejemplo, RX 314 podría haber sido cableado sólo para recibir señales en el par de cables ~/N o en el par de cables - /G. En esta forma de realización, ya sea el procesador (no se muestra) acoplado con el TX 312 o el procesador (no se muestra) acoplado con RX 314 puede comprobar la calidad de los canales de transmisión para instruir al conmutador 320 sobre qué par de cables debe utilizar para transmitir datos. Se observa que en la realización mostrada en la figura 4B, el par de cables en TX 312 no se utiliza para la transmisión de señales puede, no obstante, transmitir señales a intervalos de tiempo predefinidos, de acuerdo con las instrucciones recibidas por el procesador junto con TX 312 o el procesador junto con RX 314 . Estas señales de transmisión se pueden utilizar para supervisar periódicamente la calidad de transmisión del par de cables que no está siendo utilizado actualmente por el TX 312.

Se hace referencia ahora a la figura 4C, que es una ilustración esquemática de una tercera realización de una red PLC conmutada entre dos nodos, generalmente referenciada como 340, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. La red PLC conmutada 340 incluye un TX 342 y un RX 344. Como se mencionó en la figura 3A, el TX 342 es parte de un módem (no se muestra) que se acopla con un nodo (no se muestra) y el RX 344 es también parte de otro módem (no se muestra), que también está acoplado con otro nodo (no se muestra). Un interruptor 352 está acoplado con el RX 344. El interruptor 352 puede estar acoplado a un procesador (no se muestra). El TX 342 se acopla con el RX 344 a través del cable eléctrico 354. La forma de realización representada en la figura 4C es una sola red PLC conmutada. El TX 342 se conecta para transmitir una señal analógica a través de un par de cables ~/N. En la figura 4C, una señal analógica 346 se proporciona para TX 342 que se transmite a través del par de cables ~/N. El RX 344 está conectado para recibir una primera señal analógica 348 sobre un par de cables ~/N o una segunda señal analógica 350 sobre un par de cables N/G, dependiendo de la posición del interruptor 352. En la figura, el RX 344 se conecta para recibir segunda señal analógica 350 sobre el par de cables N/G. La segunda señal analógica 350 se representa como una línea continua. Si el interruptor 352 se cambió a su otra posición, y luego se proporciona una primera señal analógica 348 para RX 344 que recibe a través del par de cables ~/N. La primera señal analógica 348 se representa por una línea de puntos.

La red PLC conmutada 340 funciona sustancialmente como la red PLC conmutada 280 (figura 4A), excepto que sólo el lado de recepción está equipado con un conmutador. En la figura 4C sólo un par de cables en RX 344 ha sido seleccionado para recibir una señal, mientras que un par de cables en TX 342 se ha determinado (es decir, a través del cableado) para transmitir una señal. Debido a la naturaleza de los canales de comunicación en una red PLC, cuando TX 342 transmite una señal analógica 346 en el par de cables ~/N, la señal también se transmite por el canal de comunicación de diafonía, que es la razón por la que el RX 344 puede recibir la señal transmitida en el par de cables N/G como una segunda señal analógica 350. Como se mencionó anteriormente, la elección de los pares de cables para transmitir y recibir es arbitraria, ya que se puede utilizar cualquiera de los tres posibles pares de cables. En otras palabras, por ejemplo, el TX 342 podría haber sido cableado de sólo transmitir señales en el par de cables N/G o en el par de cables -/G. En esta realización, el procesador (no mostrado) acoplado con el TX 342 o el procesador (no mostrado) acoplado con el RX 344 pueden comprobar la calidad de los canales de transmisión para instruir al conmutador 352 de qué par de cables debe ser utilizado para recibir los datos.

Se hace referencia ahora a la figura 4D, que es una ilustración esquemática de una combinación de relación máxima (abreviada MRC en este documento) de la red PLC entre dos nodos, referenciado en general 400, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. La red PLC MRC 400 incluye un TX 402 y un RX 404. Como se mencionó en la figura 4A, el TX 402 es parte de un módem (no mostrado) que se acopla con un nodo (no mostrado) y el RX 404 es también parte de otro módem (no mostrado), que también está acoplado con otro nodo (no mostrado). EL TX 402 está acoplado con el RX 404 a través de cables eléctricos 412. El TX 402 se conecta para transmitir una señal analógica 406 en un par de cables N/G. El RX 404 recibe una primera señal analógica 408 en el par de cables ~/N y una segunda señal analógica 410 en el par de cables N/G. En la figura 4D, sólo un par de cables se utiliza por el TX 402 para transmitir una señal. Se observa que el par de cables al que el TX 402 está conectado en la figura 4D es arbitrario y que cualquiera de los tres pares de cables posibles podría haber sido elegido. Lo mismo ocurre con los pares de cables utilizados en el RX 404 para recibir la señal transmitida.

La figura 4D muestra otra realización de una red PLC. En esta realización, el TX 402 transmite en un par de cables, mientras que el RX 404 recibe la señal en dos pares de cables. La configuración que se muestra en la figura 4D utiliza una técnica conocida como MRC respecto a las señales recibidas en el RX 404. Recordemos que el RX 404 recibe una señal a través del canal de comunicación directo en el par de cables ~/N, como una primera señal analógica 408 y otra versión de la misma señal de nuevo a través del canal de comunicación de diafonía en el par de cables N/G, como una segunda señal analógica 410. En MRC, dos señales son recibidas por un receptor, una en un canal de transmisión directa y la otra en un canal de transmisión de diafonía. En una realización de la técnica MRC, dependiendo de la calidad de las señales recibidas, el receptor decide qué señal recibida se proporciona al canal para su posterior procesamiento. En otra realización de la técnica MRC, el procesador (no mostrado) acoplado con el receptor decide qué señal recibida se proporciona para su posterior procesamiento. En una realización adicional de la técnica MRC, se realiza un cálculo ponderado en las dos señales recibidas en cada par de cables para combinarlas de manera óptima.

Se hace referencia ahora a la figura 4E, que es una ilustración esquemática de una red PLC MRC conmutada entre dos nodos, referenciada en general 370, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. La red PLC MRC conmutada 370 incluye un TX 372 y un RX 374. Como se mencionó en la figura 4A, el TX 372 es parte de un módem (no mostrado) que se acopla con un nodo (no mostrado) y el RX 374 es también parte de otro módem (no mostrado), que también está acoplado con otro nodo (no mostrado). El TX 372 se acopla con el RX 374 a través del cable eléctrico 386. Un conmutador 380 está acoplado con el TX 372. El TX 372 puede transmitir una primera señal analógica 376 en un par de cables ~/N y una segunda señal analógica 378 en un par de cables N/G, dependiendo de la posición del conmutador 380. El RX 374 recibe una primera señal analógica 382 en el par de hilos ~/N y una segunda señal analógica 384 en el par de hilos H/G. En la figura 4E sólo se utiliza un par de hilos por el TX 372 para transmitir una señal, por lo tanto, el TX 372 transmite la primera señal analógica 376, que se muestra como una línea continua en la figura. Si el conmutador 380 se establece en su otra posición, entonces el TX 372 transmitiría una segunda señal analógica 378, que se muestra como una línea de puntos en la figura.

La figura 4E muestra otra realización de la red PLC conmutada. En esta realización, TX 372 transmite en un par de cables seleccionado en cualquier intervalo de tiempo dado, mientras que RX 374 recibe la señal en dos pares de cables. La configuración que se muestra en la figura 4E utiliza una técnica conocida como MRC respecto a las señales recibidas en el RX 374. Recordemos que el RX 374 recibe una señal a través del canal de comunicación directo en el par de cables ~/N, como una primera señal analógica 382 y la misma señal de nuevo a través del canal de comunicación de diafonía en el par de cables N/G, como una segunda señal analógica 384. En MRC, dos señales son recibidas por un receptor, una en un canal de transmisión directa y la otra en un canal de transmisión de diafonía. En una realización de la técnica MRC, dependiendo de la calidad de las señales recibidas, el receptor decide qué señal recibida se proporciona al canal para su posterior procesamiento. En otra realización de la técnica MRC, el procesador (no mostrado) acoplado con el receptor decide qué señal recibida se proporciona para su procesamiento posterior. Por ejemplo, en la figura 4E, un procesador (no mostrado) junto con el RX 374 puede comprobar la señal recibida en el par de cables ~/N y en el par de cables N/G. Si la calidad de la señal recibida en el par de cables N/G (es decir, el canal de transmisión de diafonía) es más alta que la calidad de la señal recibida en el par de cables ~/N (es decir, el canal de transmisión directa), entonces el procesador sólo puede procesar la señal recibida en el par de cables N/G y desecha la señal recibida en el par de cables ~/N. En una realización adicional de la técnica MRC, se realiza un cálculo ponderado en las dos señales recibidas en cada par de cables para combinarlas de manera óptima. Por ejemplo, en la figura 4E, la señal recibida en el par de cables ~/N se puede combinar de manera óptima con la señal recibida en el par de cables N/G en un procesador (no mostrado), mediante la combinación de una primera porción de la señal recibida en el par de cables ~/N con una segunda porción de la señal recibida en el par de cables N/G.

Se hace referencia ahora a la figura 4F, que es una ilustración esquemática de un PLC MRC conmutado por red portadora entre dos nodos, referenciado en general 430, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. El PLC MRC conmutado por red portadora 430 incluye una sección de transmisión 432, que incluye un primer transmisor 434, que se muestra como TX1 en la figura, y un segundo transmisor 436, que se muestra como TX2 en la figura. La sección de transmisión 432 está acoplada con un receptor (no mostrado) a través de un cable eléctrico 442. La sección de recepción está realizada como un receptor MRC y podría ser el RX 404 (figura 4D) o el RX 374 (figura 4E). El TX1 434 se conecta para transmitir una señal analógica 438 en el par de cables ~/N y TX2 se conecta para transmitir una señal analógica 440 en el par de cables N/G. En la comunicación digital, las señales se transmiten mediante la modulación de las mismas en diferentes frecuencias, o rangos de frecuencias. La onda electromagnética sobre la cual se modula una señal se conoce como una onda portadora. En la realización de la figura 4F, se definen dos rangos de onda de portadora disjuntos separados, como se muestra mediante una flecha 444 y una flecha 446. Un gráfico 448 muestra la densidad espectral de potencia (abreviado en este documento PSD), en unidades de vatios por Hertz (abreviado en este documento W/Hz), como una función de la frecuencia, tal como se mide en MHz, de un primer conjunto de ondas portadoras. La PSD se refiere sustancialmente a la potencia transportada por una onda portadora, por unidad de frecuencia. Como se muestra en el gráfico 448, un subconjunto de rango de frecuencias que se muestra en el gráfico tiene una PSD sustancial, que se muestra como las etapas 450. Un gráfico 452 muestra la PSD, en unidades de W/Hz, como una función de la frecuencia, tal como se mide en MHz de un segundo conjunto de ondas portadoras. Como se muestra en el gráfico

452, otro subconjunto del rango de frecuencias que se muestra en el gráfico tiene una PSD sustancial, que se muestra como las etapas 454. El primer conjunto de ondas portadoras en el gráfico 448 y el segundo conjunto de ondas portadoras en el gráfico 452 son disjuntos, lo que significa que representan grupos mutuamente excluyentes.

5 En la realización mostrada en la figura 4F, un procesador (no mostrado) acoplado con la sección de transmisión 432, determina para cada señal que se transfiere en el cable eléctrico 442 la frecuencia de la onda portadora a utilizar. Si la frecuencia de la onda portadora que se utilizará para una señal dada está en el rango de la primera serie de ondas portadoras, como se muestra en el gráfico 448, entonces el procesador proporciona la señal a TX1 434, que transmite la señal en el par de cables ~/N. Si la frecuencia de la onda portadora que se utilizará para una señal dada está en el intervalo del segundo conjunto de ondas portadoras, como se muestra en el gráfico 452, entonces el procesador proporciona la señal a TX2 436, que transmite la señal sobre el par de cables N/G. En general, la realización de la figura 4F permite definir diferentes rangos de frecuencia de ondas portadoras para cada par de cables que se utiliza para transmitir señales. Esta realización se puede utilizar cuando un par de cables puede presentar mejores características de transmisión en un primer rango de frecuencias y otro par de cables puede presentar mejores características de transmisión en un segundo rango de frecuencias. Las características de transmisión pueden incluir el nivel de ruido en un par de cables. A este respecto, la sección de transmisión 432 puede transmitir señales utilizando dos canales diferentes, ya que el término se usa en comunicaciones de radio e inalámbrica, con un canal siendo el rango de frecuencias que se muestra en el gráfico 448 y el otro canal siendo el rango de frecuencias que se muestra en el gráfico 452. Un procesador (no mostrado) determina cuáles son los rangos de frecuencia de cada canal. Como se mencionó anteriormente, la elección del canal utilizado, es decir, qué onda portadora transmite una señal, se determina mediante el procesador por señal a transmitir. Por ejemplo, una primera señal puede ser transferida como una señal analógica 438, una segunda señal también puede ser transferida como una señal analógica 438 y luego una tercera señal puede ser transferida como una señal analógica 440.

25 En general, la elección de qué realización, como se muestra arriba en las figuras 4A-4F, utiliza una red PLC depende de muchos factores, incluyendo la topología de las tomas de conexión eléctrica en una residencia, los dispositivos eléctricos conectados a las tomas de conexión eléctrica, del tipo de distribución eléctrica utilizada en la residencia, la distancia física entre los nodos y la cantidad de interferencias, tales como la entrada de RF, en la proximidad de los cables eléctricos de la residencia. Se indica que el protocolo utilizado para la red PLC, así como los niveles permitidos de potencia de salida como una función de la frecuencia de la onda portadora utilizada también pueden determinar qué realización se selecciona. Por ejemplo, el protocolo G.HN para redes PLC utiliza un ancho de banda de 100 MHz para la transmisión de datos a través de cables eléctricos, sin embargo, el nivel permitido de potencia de salida es significativamente menor en el rango de frecuencias superior del ancho de banda definido (por ejemplo, el rango de 0 a 30 MHz puede permitir un alto nivel de potencia, mientras que el rango de 30 a 35 100 MHz puede permitir un bajo nivel de potencia de salida). Dependiendo de los factores enumerados anteriormente, una residencia particular puede lograr mejores características de transmisión mediante el uso de todo el ancho de banda, por ejemplo, 0 a 100 MHz (un canal de transmisión respecto al ancho de banda), como se muestra anteriormente en cualquiera de las realizaciones de las figuras 4A a 4E. Del mismo modo, otra residencia particular puede lograr mejores características de transmisión mediante el uso de porciones separadas del ancho de banda, como se muestra anteriormente en la realización de la figura 4F (dos canales de transmisión respecto al ancho de banda). Se observa que los sistemas típicos de comunicación PLC usan modulación de multiplexación ortogonal por división de frecuencia (en este documento abreviado OFDM) para la transmisión de datos a través de ondas portadoras a través de cables eléctricos. En la modulación OFDM, el ancho de banda del sistema se divide en un gran número de portadores, o subportadores. En una configuración de este tipo, las fluctuaciones de atenuación del canal (en relación con el ancho de banda), así como el ruido aditivo sobre el rango de frecuencias del ancho de banda pueden ser sustancialmente grandes. Usando la técnica divulgada, tal como la realización de la figura 4F, permite que el procesador (no mostrado) con el que está acoplada la sección de transmisor 432, determine y seleccione el mejor de los dos canales para la transmisión de señales para cada subportador individual o para un grupo de subportadores consecutivos.

50 Como se mencionó anteriormente, en las realizaciones del conmutador de la técnica divulgada (como se muestra en las figuras 4A, 4B, 4C y 4E) el par de cables elegido por un TX para transmitir a un RX, y el par de cables elegido por un RX para recibir una señal desde un TX, se determina sobre una base de nodo a nodo. Por ejemplo, si una red PLC conmutada, de acuerdo con una de las realizaciones mostradas en las figuras 4A, 4B, 4C y 4E, tiene tres nodos, el nodo A, el nodo B y el nodo C, el nodo A puede determinar la transmisión de datos al nodo B, el par de cables N/G que es mejor, y el nodo C puede determinar la transmisión de datos al nodo B, el par de cables N/G que también es mejor. Sin embargo, el nodo B puede determinar que recibir desde el nodo A es mejor en el par de cables N/G, mientras que para recibir desde el nodo C es mejor el par de cables ~/N. En el caso de las realizaciones mostradas en las figuras 4A y 4C, donde un conmutador está situado en el lado del RX, el RX del nodo de recepción requiere el conocimiento de qué nodo está transmitiendo al mismo antes de que se reciba una señal para que sepa en qué par de cable debe procesarse la señal recibida y en qué par de cables debe descartarse la señal recibida. Tal conocimiento puede proporcionarse al RX mediante las señales de codificación de transmisión a través de cables eléctricos que utilizan un procedimiento de comunicación de acceso múltiple por división de tiempo (abreviado TDMA en este documento), donde una señal de trama de control de acceso a medios (abreviado MAC en este documento), tal como una señal de plan de acceso a medios, se transmite a un RX antes de transmitir la señal que incluye los datos. La señal de trama MAC incluye sustancialmente un plano de la información relacionada con la

señal (que incluye datos) que se transmite en intervalos de tiempo próximos, que incluye desde qué nodo proviene la señal. A este respecto, el RX del nodo de recepción sabrá de qué nodo procede la señal y puede seleccionar apropiadamente el par de cables en el que se proporcionan las señales recibidas para su posterior procesamiento, de acuerdo con lo que se decidió entre los dos nodos. En el caso de la realización en la figura 4B, donde el RX del

5 nodo receptor está conectado a un par de cables específico, y en el caso de las figuras 4D, 4E y 4F, donde se utiliza una técnica MRC y los datos recibidos en dos de los pares de cables se proporcionan para su posterior procesamiento, no necesita utilizarse un procedimiento de comunicación TDMA para codificar las señales transmitidas a través de cables eléctricos. También hay que señalar que existen esquemas MAC donde la identidad del transmisor no se proporciona en la señal de trama MAC. En tal caso, si se utiliza un conmutador en el lado TX de

10 un nodo, tal como en las realizaciones mostradas en las figuras 4A, 4B y 4E, todos los nodos de una red pueden decidir conjuntamente en qué par de cables se transmite. A diferencia de otras realizaciones descritas anteriormente, donde la elección del par de cables para transmitir y recibir es sobre una base de nodo a nodo, la decisión de transmitir a través de un par de cables en particular en esta realización es para el lado TX de todos los nodos de la red, es decir, una decisión sobre una base de red.

15 Se hace referencia ahora a la figura 5, que es una ilustración esquemática de un módem de la técnica anterior, referenciado en general 470. El módem 470 incluye una carcasa 472, un procesador 474, un convertidor analógico a digital 476 (abreviado ADC en este documento), un convertidor digital a analógico 478 (en adelante abreviado DAC), un receptor 480, un transmisor 482 y un cable de alimentación 484. El ADC 476 está acoplado con el receptor 480 y

20 el procesador 474. EL DAC 478 está acoplado con el transmisor 482 y el procesador 474. El receptor 480 y el transmisor 482 están acoplados electrónicamente con el cable de alimentación 484. La carcasa 472 protege y blinda el procesador 474, el ADC 476, el DAC 478, el receptor 480 y el transmisor 482. El cable de alimentación 484 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable de alta tensión, un cable neutro y un cable de tierra y permite que el módem 470 se conecte a una toma de conexión eléctrica (no mostrada). El módem 470 está

25 acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. El módem 470 permite que la transmisión de señales de datos, como se muestra mediante una flecha 486B, así como recibir, como se muestra mediante una flecha 486A, a través de cables eléctricos.

30 Cuando se reciben datos, una señal eléctrica analógica enviada por medio de cables eléctricos (no mostrados) se recibe mediante el receptor 480 a través del cable de alimentación 484. En el módem 470, los datos se reciben en el par de cables ~/N. El receptor proporciona la señal eléctrica analógica al ADC 476, el cual convierte la señal eléctrica analógica en una señal eléctrica digital, que se proporciona a continuación al procesador 474. El procesador 474 a continuación decodifica la señal eléctrica digital, modifica la señal eléctrica digital, pasa la señal eléctrica digital al dispositivo eléctrico al que está unido, y similares. Cuando el dispositivo eléctrico al que el módem

35 470 está acoplado quiere enviar una señal a través del PLC, la señal se proporciona al procesador 474. El procesador 474 puede codificar, modificar y/o procesar la señal, que se proporciona a continuación al DAC 478. El DAC 478 convierte la señal eléctrica digital en una señal eléctrica analógica y la proporciona al transmisor 482, que transmite la señal en el par de cables ~/N del cable de alimentación 484.

40 Se hace referencia ahora a las figuras 6A a 6F, que representan diversas realizaciones de los TXs y los RXs mostrados en las figuras 4A a 4F. Como se muestra a continuación, el conmutador, ya sea en el lado TX o en el lado RX de un nodo en una red puede realizarse a nivel de un extremo frontal analógico (abreviada AFE en este documento) o en el nivel de un procesador. Al nivel del AFE, se requiere un conmutador físico que se añade a los

45 módems PLC del estado de la técnica construidos y operativos de acuerdo con la técnica divulgada. Al nivel del procesador, también conocido como el nivel del chip, no se requieren nuevos elementos para añadirse a los módems PLC del estado de la técnica, en su lugar, el procesador en tales módems PLC necesita ser reprogramado. Esto se explica a continuación.

50 Se hace referencia ahora a la figura 6A, que es una ilustración esquemática de una sección de recepción de un módem PLC conmutado, generalmente referenciado 500, construido y operativo de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. Por motivos de claridad y simplicidad, la figura 6A muestra sólo la sección de recepción del módem PLC conmutado 500, como es el caso en las figuras 6B y 6C. El módem PLC conmutado 500 también incluye una sección de transmisión (no mostrada). La sección de transmisión puede ser una de las secciones de transmisión que se describen a continuación en las figuras 6D, 6E y 6F o una sección de transmisión

55 tal como se conoce en la técnica anterior. El módem PLC conmutado 500 incluye una carcasa 502, un procesador 504, un ADC 506, un receptor 508, un conmutador 510 y un cable de alimentación 512. El ADC 506 está acoplado con el receptor 508 y el procesador 504. El conmutador 510 está acoplado con el receptor 508, el procesador 504 y el cable de alimentación 512. La carcasa 502 protege y blinda el procesador 504, el ADC 506, el receptor 508 y el conmutador 510. El cable de alimentación 512 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable de alta tensión, un cable neutro y un cable de tierra y permite conectar el modem PLC 500, que se conecta a una toma de conexión eléctrica (no mostrada). El módem PLC conmutado 500 está acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. Como la figura 6A muestra sólo la

60 sección de recepción del módem PLC conmutado 500, sólo puede recibir señales de datos, como se muestra mediante una flecha 514, a través de cables eléctricos.

65

La figura 6A representa una realización del RX 284 (figura 4A) y del RX 344 (figura 4C). El conmutador 510 permite que el receptor 508 se acople a uno de los tres pares de cables en el cable de alimentación 512. En esta realización, el procesador 504 determina, en base a la verificación de las características de transmisión y de la calidad de cada par de cables, qué par de cables del receptor 508 debe combinarse con el cable de alimentación 512 a través del conmutador 510. Cuando se recibe una señal en un par de cables particular, el receptor 508 proporciona la señal al ADC 506, que convierte la señal analógica en una señal digital, que se proporciona a continuación al procesador 504 para su procesamiento.

Se hace referencia ahora a la figura 6B, que es una ilustración esquemática de otra sección del receptor de un módem PLC conmutado, referenciado en general 530, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Por motivos de claridad y simplicidad, la figura 6B muestra sólo la sección de recepción del módem PLC conmutado 530. El módem PLC conmutado 530 también incluye una sección de transmisión (no mostrada). La sección de transmisión puede ser una de las secciones de transmisión se describen a continuación en las figuras 6D, 6E y 6F, o una sección de transmisión tal como se conoce en la técnica anterior. El módem PLC conmutado 530 incluye una carcasa 532, un procesador 534, un ADC 536, un conmutador 538, un primer receptor 540, un segundo receptor 542 y un cable de alimentación 544. El ADC 536 está acoplado con el conmutador 538 y el procesador 534. El conmutador 538 está acoplado con el primer receptor 540, el segundo receptor 542 y el procesador 504. El primer receptor 540 está acoplado con un par de cables del cable de alimentación 544 y el segundo receptor 542 está acoplado con un par de cables diferentes en el cable de alimentación 544. Por ejemplo, el primer receptor 540 puede acoplarse con el par de cables ~N y el segundo receptor 542 puede acoplarse con el par de cables N/G. La carcasa 532 protege y blindo el procesador 534, el ADC 536, el primer receptor 540, el segundo receptor 542 y el conmutador 538. El cable de alimentación 544 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable de alta tensión, un cable neutro y un cable de tierra y permite que el módem PLC conmutado 530 se conecte a una toma de conexión eléctrica (no mostrada). El módem PLC conmutado 530 está acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. Como la figura 6B muestra sólo la sección de recepción, el módem PLC conmutado 530 sólo puede recibir señales de datos, como se muestra mediante una flecha 546, a través de cables eléctricos.

La figura 6B representa otra realización del RX 284 (figura 4A) y del RX 344 (figura 4C). Cada uno del primer receptor 540 y del segundo receptor 542 recibe señales de un transmisor (no mostrado) en el canal de comunicación directa y en el canal de comunicación de diafonía. Considerando que ambos receptores reciben señales, sólo las señales de un receptor se proporcionan al ADC 536 y, a continuación, al procesador 534. Si el conmutador 538 se conecta al primer receptor 540, entonces sólo las señales recibidas por el primer receptor 540 se proporcionan al ADC 536. Si el conmutador 538 se conmuta al segundo receptor 542, entonces sólo las señales recibidas por el segundo receptor 542 se proporcionan al ADC 536. En esta realización, el procesador 534 determina, en base a la verificación de las características de transmisión y de la calidad de cada par de cables, a qué conmutador del receptor 538 se debe conmutar.

Se hace referencia ahora a la figura 6C, que es una ilustración esquemática de una sección adicional de recepción de un módem PLC conmutado, referenciado en general 560, construido y operativo de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. Por motivos de claridad y simplicidad, la figura 6C muestra sólo la sección de recepción del módem PLC conmutado 560. El módem PLC conmutado 560 también incluye una sección de transmisión (no mostrada). La sección de transmisión puede ser una de las secciones de transmisión que se describen a continuación en las figuras 6D, 6E y 6F, o una sección de transmisión tal como se conoce en la técnica anterior. El módem PLC conmutado 560 incluye una carcasa 562, un procesador 564, un primer ADC 566, un segundo ADC 568, un primer receptor 570, un segundo receptor 572 y un cable de alimentación 574. El primer ADC 566 se acopla con el primer receptor 570 y el procesador 564. El segundo ADC 568 se acopla con el segundo receptor 572 y el procesador 564. El primer receptor 570 se acopla con un par de cables del cable de alimentación 574 y el segundo receptor 572 se acopla con un par de cables diferentes en el cable de alimentación 574. Por ejemplo, el primer receptor 570 puede acoplarse con el par de cables ~N y segundo receptor 572 puede acoplarse con el par de cables ~/N. La carcasa 562 protege y blindo el procesador 564, el primer ADC 566, el segundo ADC 568, el primer receptor 570 y el segundo receptor 572. El cable de alimentación 574 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable de alta tensión, un cable neutro y un cable de tierra y permite que el módem PLC conmutado 560 se conectado a una toma de conexión eléctrica (no mostrada). El módem PLC conmutado 560 está acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. Como la figura 6C muestra sólo la sección de recepción del módem PLC conmutado 560, sólo puede recibir señales de datos, como se muestra mediante una flecha 576, a través de cables eléctricos.

La figura 6C representa otra realización del RX 284 (figura 4A) y del RX 344 (figura 4C), así como posibles realizaciones del RX 404 (figura 4D) y del RX 374 (figura 4E). Recordemos que el RX 404 y el RX 374 se refieren a receptores MRC. En el módem PLC conmutado 560, la conexión se realiza en el procesador 564. Cada uno del primer receptor 570 y del segundo receptor 572 recibe señales de un transmisor (no mostrado) en el canal de comunicación directa y en el canal de comunicación de diafonía. Los receptores reciben señales y proporcionan esas señales a los respectivos ADCs, que convierten las señales analógicas en señales digitales. Ambas señales digitales respectivas se proporcionan al procesador 564. El procesador 564 decide cuál de las señales digitales recibidas se demodula, en base a la verificación de las características de transmisión y a la calidad de los pares de

cables con los que están acoplados el primer receptor 570 y el segundo receptor 572.

Se indica que en una alternativa a la figura 6C, un conmutador (no mostrado) puede estar incluido en el módem PLC conmutado 560, entre el procesador 564 y el primer ADC 566 y el segundo ADC 568. En dicha realización, se proporcionan las señales digitales del primero ADC 566 y del segundo ADC 568 al conmutador, con el que se acopla, y se controla mediante el procesador 564. Dependiendo de la posición del conmutador, se proporciona una única señal digital al procesador 564 para su procesamiento.

Se hace referencia ahora a la figura 6D, que es una ilustración esquemática de una sección de transmisión de un módem PLC conmutado, referenciado en general 590, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Por motivos de claridad y de simplicidad, la figura 6D muestra sólo la sección de transmisión del módem PLC conmutado 590, como es el caso en las figuras 6E y 6F. El módem PLC conmutado 590 también incluye una sección de recepción (no mostrada). La sección de recepción puede ser una de las secciones de recepción que se ha descrito anteriormente en las figuras 6A, 6B y 6C, o una sección de recepción tal como se conoce en la técnica anterior. El módem PLC conmutado 590 incluye una carcasa 592, un procesador 594, un ADC 596, un conmutador 598, un primer transmisor 600, un segundo transmisor 602 y un cable de alimentación 604. El ADC 596 se acopla con el conmutador 598 y el procesador 594. El conmutador 598 está acoplado con el primer transmisor 600, el segundo transmisor 602 y el procesador 594. El primer transmisor 600 está acoplado con un par de cables en el cable de alimentación 604 y el segundo transmisor 602 está acoplado con un par de cables diferentes en el cable de alimentación 604. Por ejemplo, el primer transmisor 600 puede estar acoplado con el par de cables -/G y el segundo transmisor 602 puede estar acoplado con el par de cables N/G. La carcasa 592 protege y blindo el procesador 594, el ADC 596, el primer transmisor 600, el segundo transmisor 602 y el conmutador 598. El cable de alimentación 604 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable eléctrico, un cable neutro y un cable de tierra, y permite conectar el módem PLC 590 que se conecta a una toma de conexión eléctrica (no mostrada). El módem PLC conmutado 590 está acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. Como la figura 6D muestra sólo la sección de transmisión de del módem PLC conmutado 590, sólo puede transmitir señales de datos, como se muestra mediante una flecha 606, a través de cables eléctricos.

La figura 6D representa una realización del TX 282 (figura 4A), TX 312 (figura 4B) y TX 372 (figura 4E). Cada uno del primer transmisor 600 y del segundo transmisor 602 transmite señales a un receptor (no mostrado) en el canal de comunicación directa y en el canal de comunicación de diafonía. Aunque los dos transmisores pueden transmitir señales, sólo un transmisor transmite la señal que proporcionada mediante el DAC 596, desde el procesador 594. Si el conmutador 598 se conecta al primer transmisor 600, a continuación, el DAC 596 sólo proporciona señales para su transmisión al primer transmisor 600. Si el conmutador 598 se conmuta al segundo transmisor 602, entonces el DAC 596 sólo proporciona señales para su transmisión al segundo transmisor 602. En esta realización, el procesador 594 determina, basándose en la verificación de las características de transmisión y en la calidad de cada par de cables, a qué conmutador del transmisor 598 se debe conmutar. En otra realización de la figura 6D, el procesador (no mostrado) en el receptor (no mostrado) determina en qué par de cables del módem PLC conmutado 590 debe transmitir. En esta realización, el receptor proporciona una señal al procesador 594, dándole instrucciones para cambiar el conmutador 598 a un transmisor particular.

Se hace referencia ahora a la figura 6E, que es una ilustración esquemática de otra sección de transmisión de un módem PLC conmutado, referenciado en general 620, construido y operativo de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. Por motivos de claridad y simplicidad, la figura 6E muestra sólo la sección de transmisión del módem PLC conmutado 620. El módem PLC conmutado 620 también incluye una sección de recepción (no mostrada). La sección de recepción puede ser una de las secciones de recepción que se han descrito anteriormente en las figuras 6A, 6B y 6C o una sección de recepción tal como se conoce en la técnica anterior. El módem PLC conmutado 620 incluye una carcasa 622, un procesador 624, un DAC 626, un transmisor 628, un conmutador 630 y un cable de alimentación 632. El DAC 626 se acopla con el transmisor 628 y el procesador 624. El conmutador 630 se acopla con el transmisor 628, un procesador 624 y un cable de alimentación 632. La carcasa 622 protege y blindo el procesador 624, el DAC 626, el transmisor 628 y el conmutador 630. El cable de alimentación 632 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable de alta tensión, un cable neutro y un conductor de tierra y permite que el módem PLC conmutado 620 se conecte a una toma de corriente (no mostrada). El módem PLC conmutado 620 está acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. Como la figura 6E muestra sólo la sección de transmisión, el módem PLC conmutado 620 sólo puede transmitir señales de datos, como se muestra mediante una flecha 634, a través de cables eléctricos.

La figura 6E representa otra realización del TX 282 (figura 4), TX 312 (figura 4) y TX 372 (figura 4E). El conmutador 630 permite que el transmisor 628 se acople a uno de los tres pares de cables en el cable de alimentación 632. En esta realización, el procesador 624 determina, en base a la verificación de las características de transmisión y a la calidad de cada par de cables, qué transmisor 628 del par de cables debe acoplarse al cable de alimentación 632 a través del conmutador 630. Cuando se va a transmitir una señal, el procesador 624 proporciona la señal al DAC 626, que convierte la señal digital en una señal analógica y proporciona la señal analógica al transmisor 628. Dependiendo de qué conmutador 630 del par de cables está conectado, un transmisor 628 transmitirá la señal

analógica que a lo largo de par de cables. En otra realización de la figura 6E, el procesador (no mostrado) en el receptor (no mostrado) determina a través de qué par de cables del módem PLC conmutado 620 se debe transmitir. En esta realización, el receptor proporciona una señal al procesador 624, dándole instrucciones para conmutar el conmutador 630 a un par de cables particular.

5 Se hace referencia ahora a la figura 6F, que es una ilustración esquemática de una sección de transmisión adicional de un módem PLC conmutado, referenciado en general 650, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Por motivos de claridad y simplicidad, la figura 6F muestra sólo la sección de transmisión del módem PLC conmutado 650. El módem PLC conmutado 650 también incluye una sección de recepción (no mostrada). La sección de recepción puede ser una de las secciones de recepción que se han descrito anteriormente en las figuras 6A, 6B y 6C, o una sección de recepción tal como se conoce en la técnica anterior. El módem PLC conmutado 650 incluye una carcasa 652, un procesador 654, un primer DAC 656, un segundo DAC 658, un primer transmisor 660, un segundo transmisor 662 y un cable de alimentación 664. El primer DAC 656 se acopla con el primer transmisor 660 y el procesador 654. El segundo DAC 658 se acopla con el segundo transmisor 662 y el procesador 654. El primer transmisor 660 se acopla con un par de cables del cable de alimentación 664 y el segundo transmisor 662 se acopla con un par de cables diferentes en el cable de alimentación 664. Por ejemplo, el primer transmisor 660 puede acoplarse con el par de cables -/N y el segundo transmisor 662 puede acoplarse con la opción del par de cables -/G. La carcasa 652 protege y blindo el procesador 654, el primer DAC 656, el segundo DAC 658, el primer transmisor 660 y el segundo transmisor 662. El cable de alimentación 664 es un cable de alimentación estándar que incluye tres cables, un cable de alta tensión, un cable neutro y un conductor de tierra y permite conectar el módem PLC 650 que se conecta a una toma de conexión eléctrica (no mostrada). El módem PLC conmutado 650 está acoplado con un dispositivo eléctrico (no mostrado), tal como un ordenador, impresora, televisión y similares. Como la figura 6F muestra sólo la sección de transmisión del módem PLC conmutado 650, sólo puede transmitir señales de datos, como se muestra mediante una flecha 666, a través de cables eléctricos.

25 La figura 6F representa otra realización del TX 282 (figura 4A), TX 312 (figura 4B) y TX 372 (figura 4E), así como una posible realización de la sección de transmisión 432 (figura 4F). Recordemos que la sección de transmisión 432 se refiere a una configuración del PLC portador con dos transmisores. En el módem PLC conmutado 650, la conmutación se ejecuta en el procesador 654. Cada uno del primer transmisor 660 y el segundo transmisor 662 transmite señales a un receptor (no mostrado) en el canal de comunicación directa y en el canal de comunicación de diafonía. El procesador 654 decide qué señales del DAC deben proporcionarse para la transmisión, en base a la verificación de las características de transmisión y a la calidad de los pares de cables con los que se acoplan el primer transmisor 660 y el segundo transmisor 662. También se observa que en una realización donde se utiliza la figura 6F para permitir un módem PLC con capacidades portadoras, el procesador 654 determina el portador que transmite y cuál es el transmisor que se utiliza para la transmisión del subportador. A cada uno del primer transmisor 660 y del segundo transmisor 662 se le asigna un subconjunto portador particular (es decir, rango de frecuencia) en el que se transmiten las señales. Dependiendo del portador utilizado para una señal dada, ya sea el procesador 654 que proporciona la señal al DAC 656 o el DAC 658. Por ejemplo, si el primer transmisor 660 transmite las ondas portadoras en el rango de 0-50 MHz y si segundo transmisor 662 transmite las ondas portadoras en el rango de 50-100 MHz, entonces si el procesador 654 determina que una señal particular será transmitida usando un portador de ondas de 56 MHz, se proporcionará la señal digital al DAC 658, que convertirá la señal digital en una señal analógica y la proporcionará al segundo transmisor 662. El segundo transmisor 662 transmitirá la señal en el par de cables con los que está acoplado.

45 Se observa que en una alternativa a la figura 6F, un conmutador (no mostrado) puede incluirse en un módem PLC conmutado 650, entre el procesador 654 y el primera DAC 656 y el segundo DAC 658. En dicha realización, se proporcionan las señales digitales del procesador 654 al conmutador, que a continuación, proporciona la señal digital a cualquiera del primer DAC 656 o segundo DAC 658, dependiendo de qué par de cables de la señal debe transmitirse a través de o en función de la frecuencia de la onda portadora sobre la que la señal va a ser transmitida. El conmutador podría controlarse mediante el procesador 654 y en cualquier intervalo de tiempo dado, convirtiéndose sólo una señal digital en una señal analógica que debe ser transmitida por uno de los transmisores.

55 Como se mencionó anteriormente, se observa que un módem PLC incluye una sección de recepción y una sección de transmisión. En consecuencia, un módem PLC de acuerdo con la técnica divulgada puede construirse utilizando cualquiera de las realizaciones de la sección del receptor que se muestra anteriormente en las figuras 6A-6C con cualquiera de las realizaciones de la sección del transmisor que se muestran anteriormente en las figuras 6D-6F. Además, un módem PLC de acuerdo con la técnica divulgada puede construirse utilizando cualquiera de las realizaciones de la sección del receptor, como se muestra en las figuras 6A-6C, con una sección de transmisión de la técnica anterior, y un módem PLC de acuerdo con la técnica divulgada también puede construirse usando cualquiera de las realizaciones de la sección del transmisor, como se muestra en las figuras 6D-6F, con una sección de recepción de la técnica anterior.

65 En las redes PLC conmutadas, los TXs y los RXs pueden cambiar el canal de comunicación (por ejemplo, -/N o N/G) sobre las que, respectivamente, transmiten y reciben señales en función de diversos factores tales como el nivel de ruido y la calidad de un canal de comunicación dado, ya sea directa o cruzada. Tales factores pueden determinarse en intervalos de tiempo predeterminados. Para que un TX o un RX cambien físicamente el canal de comunicación, el

TX o el RX pueden necesitar desconectarse temporalmente de la red, o de la transmisión o recepción de señales. Si la conmutación del canal de comunicación no está coordinada entre un par de TX y RX determinado que se comunican entre sí, entonces las señales no pueden transmitirse o recibirse correctamente. Además, las señales no pueden transmitirse y recibirse a través del canal de comunicación que tiene el nivel más bajo de ruido, la más alta calidad u otros factores pertinentes, tales como el canal de comunicación a través del cual un RX recibe la mayor parte de su tráfico. De acuerdo con la técnica divulgada se proporciona una señal en una trama de preámbulo de una trama de transmisión de señales, tal como un paquete de datos, que indica a través de qué canales de comunicación de la próxima trama de transmisión de señales se transmite. Como tales, los RXs en una red pueden cambiar al canal de comunicación designado de una manera sincronizada con la transmisión de la próxima trama de transmisión de la señal. Se proporcionan varios procedimientos a continuación en las figuras 7A-7E para coordinar la selección y el cambio de un canal de comunicación entre un par determinado de TX y RX, tal que las señales se transmiten y se reciben correctamente sobre el canal de comunicación. La selección de un canal de comunicación dado puede depender de una pluralidad de factores, tales como el canal de comunicación con el nivel más bajo de ruido, el canal de comunicación que tiene la más alta calidad, la selección realizada por otros pares de TX y RX en la red vinculada con el mismo RX o TX y similares. Se indica que de acuerdo con la técnica divulgada, el RX selecciona sustancialmente el mejor canal de comunicación sobre la base de una pluralidad de factores, tales como los factores de ejemplo indicados. Los criterios para el mejor canal de comunicación son una cuestión de elección de diseño y pueden variar dependiendo del tamaño de la red, la topología de la red, el tráfico de la red y similares. Basado en los procedimientos y esquemas descritos a continuación en las figuras 7A-7E, se observa que son posibles otras realizaciones para coordinar la selección y el cambio de un canal de comunicación y obvias para un trabajador experto en la materia.

Se hace referencia ahora a la figura 7A, que es una ilustración esquemática de un primer esquema de coordinación del canal de comunicación en una red de conmutación PLC entre dos nodos, en general referenciados 700, construido y operativo de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. En la figura 7A, las señales se transfieren entre un TX (no mostrado) y un RX (no mostrado). El primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 incluye dos canales de comunicación, un canal de comunicación ~/N 702A y un canal de comunicación N/G 702B. Un tercer canal de comunicación (no mostrado) que estaría en el par de cables -/G está presente en el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700, pero no se muestra por motivos de claridad. Como se mencionó anteriormente, los pares de cables seleccionados que se muestran en las figuras 7A-7D se indican simplemente como un ejemplo. En el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700, uno de los canales de comunicación se preselecciona como canal de comunicación por defecto. En la figura 7A, el canal de comunicación ~/N 702A se preselecciona como el canal de comunicación por defecto. Por lo tanto, cualquier nodo que se une a la red de conmutación PLC que se muestra en la figura 7A primero escucha las comunicaciones en el canal de comunicación por defecto en un intento de unirse a la red y determinar cuándo se pueden transmitir o recibir señales a través de la red.

El primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 incluye una trama directiva 704, una trama de transmisión de señales 706 y una trama de reconocimiento selectivo 708 (abreviada SACK en este documento). La trama directiva 704 es una trama estándar de transmisión antes de una señal o una ráfaga de señales, tales como la trama de transmisión de señales 706, se transmite entre el TX y el RX. La trama directiva 704 indica sustancialmente el canal de comunicación (o par de cables) a través de la que se transmite la siguiente señal o ráfaga de señales, así como otros datos de cuán largo será la duración de la transmisión. La trama directiva 704 puede transmitirse mediante el canal de comunicación por defecto. La trama directiva 704 también puede ser transmitida a través de los otros canales de comunicación (o pares de cables) siempre que un RX que escucha el canal de comunicación por defecto pueda recibir la trama directiva 704 con independencia de a través de qué trama directiva del canal de comunicación 704 se transmite. En esta realización, la señal que lleva la trama directiva 704 debe ser una señal robusta, de tal manera que el RX pueda recibir la trama directiva 704 en cualquiera de los canales de comunicación. Por ejemplo, en la figura 7A, la trama directiva 704 indica que la trama de transmisión de señales 706, que es la siguiente señal a transmitir, se transmite a través del canal de comunicación ~/N 702A (es decir, el par de cables ~/N). El RX, o nodo de red que puede incluir un RX, en la trama directiva de la red receptora 704 entonces sabe qué canal de comunicación debe escuchar para recibir la siguiente señal transmitida como trama de transmisión de señales 706. Además, si el nodo de red no se supone que recibe la trama de transmisión de señales 706, o si el nodo de red incluye un TX (que tampoco se muestra) y quiere transmitir otra señal, entonces la trama directiva 704 permite que el RX en el nodo de red sepa cuándo la trama de transmisión de señales 706 esté por encima, de tal manera que el nodo de red no recibe la trama de transmisión de señales 706 o el nodo de red que incluye un TX ahora puede transmitir otra señal a través de la red sin riesgo de colisión de señales. Al final de cada trama de transmisión de señales 706, se transmite la trama SACK 708. En esta realización, la trama SACK 708 siempre se transmite por el canal de comunicación por defecto. Por lo tanto, en una realización, si la trama directiva 704 indica que la trama de transmisión de señales era para ser transmitida a través del canal de comunicación N/G 702B (no mostrado), a continuación, después de cambiar el par de cables N/G para la transmisión y la recepción de la trama de transmisión de señales, el TX y el RX se verían obligados a volver a conmutarse de vuelta al canal de comunicación por defecto para transmitir y recibir la trama SACK 708. De acuerdo con otra realización, el TX y el RX no están obligados a conmutar de nuevo al canal de comunicación por defecto para transmitir y recibir la trama SACK 708 siempre que el RX pueda recibir la trama SACK 708, independientemente de a través de qué canal de comunicación se transmite. En esta realización, la trama SACK 708 que lleva la señal debe ser una señal robusta,

de manera que puede ser recibida sobre cualquiera de los canales de comunicación. Como la trama directiva 704 siempre se transmite mediante el canal de comunicación por defecto, el TX y el RX están ahora listos para transmitir y recibir la otra trama directiva (no mostrada) en relación con la siguiente trama de transmisión de señales (no mostrada). De esta manera, la conmutación de los canales de comunicación entre el TX y el RX está coordinada.

5 La realización mostrada en la figura 7A permite el uso de tramas estándar en señales transmitidas para indicar en qué canales de comunicación se transmite la siguiente trama de transmisión de señales. Dicha realización implica un cambio relativamente simple a las señales de trama MAC estándar y también es interoperable entre dispositivos estándar que se pueden comunicar a través de líneas de alimentación. Cabe señalar sin embargo, que la trama
10 directiva 704 puede ser sustancialmente larga, como del orden de cientos de microsegundos y que la trama directiva 704 también depende proporcionalmente de la duración de la trama de transmisión de señales 706. Por lo tanto, cada secuencia de transmisión de señales transmitida utilizando el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 puede presentar una gran sobrecarga en cuanto al tiempo que se requiere para que cada trama
15 de transmisión de señales transmita primero una trama directiva. Además, cualquier detección del portador virtual (abreviado en este documento VCS) indicada en la trama directiva 704 puede ser necesaria para cubrir toda la ráfaga de señales, que puede conducir a un uso ineficiente de la ráfaga de señales.

Se hace referencia ahora a la figura 7B, que es una ilustración esquemática de un segundo esquema de
20 coordinación del canal de comunicación en una red de conmutación PLC entre dos nodos, en general referenciadas 720, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. En la figura 7B, las señales se transfieren entre un TX (no mostrado) y un RX (no mostrado). El segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720 incluye dos canales de comunicación, un canal de comunicación ~/N 722A y un canal de comunicación N/G 722B. Un tercer canal de comunicación (no mostrado) que estaría en el par de cables -/G está presente en el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720, pero no se muestra por motivos
25 de claridad. En el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720 no hay un canal de comunicación por defecto preseleccionada como en la figura 7A.

El segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720 incluye una primera trama directiva 724A, una
30 segunda trama directiva 724B, una primera trama de transmisión de señales 726A, una segunda trama de transmisión de señales 726B, una tercera trama de transmisión de señales 726C y una trama SACK 728. La primera y segunda tramas directivas 724A y 724B son tramas estándar similares a la trama directiva 704 (figura 7A), excepto si la primera y segunda tramas directivas 724A y 724B indican sustancialmente que otro canal de comunicación (o par de cables) se va a utilizar para la transmisión y la recepción de la siguiente señal o ráfaga de señales. Por ejemplo, en la figura 7B, la primera trama directiva 724A indica que la siguiente, así como tramas de transmisión de
35 señales posteriores, como primera trama de transmisión de señales 726A y la segunda trama de transmisión de señales 726B, que se transmiten a través del canal de comunicación N/G 722B (es decir, el par de cables N/G). Como se mencionó anteriormente, la primera trama directiva 724A podría haber indicado que la próxima trama de transmisión de señales se transmite a través del par de cables -/G. El RX recibe la primera trama directiva 724^a, entonces sabe qué canal de comunicación que debe cambiar para recibir la próxima y las siguientes señales transmitidas, como primera trama de transmisión de señales 726A y la segunda trama de transmisión de señales
40 726B. Como tal, en el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720, una trama directiva sólo se transmite cuando el canal de comunicación se conmuta. La trama directiva indica entonces que sustancialmente el canal de comunicación es el próximo canal de comunicación actual. A este respecto, la trama directiva siempre se transmite mediante el canal de comunicación actual. Como se muestra, la trama SACK 728 se transmite mediante el
45 canal de comunicación actual. La primera trama directiva 724A indica que las señales posteriores se transmiten a través del canal de comunicación N/G 722B. Como tal, el canal de comunicación N/G 722B se convierte en el canal de comunicación actual y la trama SACK 728 se transmite a través de ese canal. A este respecto, la trama SACK siempre se transmite mediante el canal de comunicación actual. De esta manera, la conmutación de canales de comunicación entre el TX y el RX está coordinada.

50 La segunda trama directiva 724B indica que la siguiente señal y posteriores, como la tercera trama de transmisión de señales 726C y las tramas de transmisión de señales adicionales (no mostradas), se transmiten a través del canal de comunicación ~/N 722A. Las tramas de transmisión de señales a continuación transmiten continuamente en el canal de comunicación ~/N 722A hasta que se indique lo contrario mediante una trama directiva posterior (no mostrada). Por lo tanto, de acuerdo con el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720, una trama directiva sólo se transmite cuando el canal de comunicación actual (es decir, el par de cables) entre el TX y el RX cambia. Se indica que el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720, en promedio, tiene una sobrecarga reducida respecto al tiempo en oposición al primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 (figura 7A) y sustancialmente ninguna sobrecarga respecto al tiempo en una red de conmutación PLC que incluye sólo dos nodos. Al mismo tiempo, se indica que los nodos (es decir, TXs y RXs) en una red PLC conmutada utilizando el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720 deben sincronizarse y deben estar al tanto de cuál es el canal de comunicación actual. Por ejemplo, los nodos en una red pueden requerir alguna forma de memoria para saber qué canal de comunicación actual es en el caso de que un nodo dado pierda su sincronización y necesite volverse a sincronizar con la red. También se observa que la sobrecarga de la trama
60 directiva depende sustancialmente de la naturaleza de las señales proporcionadas por la red. Si el tráfico en la red es alto, los nodos en la red pueden conmutar los canales de comunicación de cada trama de transmisión de señales,
65

en cuyo caso la sobreescucha respecto al tiempo en el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720 podría ser la misma que el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700.

5 Se hace referencia ahora a la figura 7C, que es una ilustración esquemática de un tercer esquema de coordinación del canal de comunicación en una red de conmutación PLC entre dos nodos, en general referenciados 740,
 10 construido y operativo de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. En la figura 7C, las señales se transfieren entre un TX (no mostrado) y un RX (no mostrado). El tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740 incluye dos canales de comunicación, un canal de comunicación ~/N 742a y un canal de comunicación N/G 742B. Un tercer canal de comunicación (no mostrado) que estaría en el par de cables -/G está
 15 presente en el tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740, pero no se muestra por motivos de claridad. En el tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740, como en el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 (figura 7), uno de los canales de comunicación se preselecciona como canal de comunicación por defecto. En la figura 7C, el canal de comunicación ~/N 742a se preselecciona como el canal de comunicación por defecto. Por lo tanto, cualquier nodo que se une a la red PLC conmutada que se muestra
 en la figura 7C primero escucharía las comunicaciones en el canal de comunicación por defecto en un intento de unirse a la red y determinar cuándo se pueden transmitir o recibir señales a través de la red.

20 Un tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740 incluye una primera señal prioritaria 744A, una segunda señal prioritaria 744B, una ventana de contención 746, una señal de sincronización 748, una señal de indicación 750, una trama de transmisión de señal 752 y una trama SACK 754. La primera señal prioritaria 744A, la segunda señal prioritaria 744B y la ventana de contención 746 son señales estándar transmitidas antes de transmitir una trama de transmisión de señales. La primera y segunda señales prioritarias 744A y 744B se indican meramente como un ejemplo. En una trama de transmisión de señales dada, pueden transmitirse primero una pluralidad de
 25 señales prioritarias que indican la prioridad de varias señales que se transmiten mediante varios nodos en la próxima trama de transmisión de señales. La ventana de contención 746 es una trama de longitud variable donde se realiza una clasificación entre todos los nodos que se desean transmitir en la próxima trama de transmisión de señales que no tienen una prioridad especificada. La ventana de contención 746 elimina sustancialmente las colisiones en la conexión física de la red y es conocida en la técnica. Después de la ventana de contención 746, la señal de sincronización 748 se envía a todos los nodos en la red. La señal de sincronización 748 indica sustancialmente que
 30 la siguiente señal, la señal de indicación 750, indicará en qué trama de transmisión de señales del canal de comunicación 752 se transmitirá. La señal de indicación 750 se puede realizar como una señal binaria, de tal manera que su presencia indica que se utilizará un primer canal de comunicación para la transmisión de la trama de transmisión de señales 752, y su ausencia indica que se utilizará un segundo canal de comunicación para la transmisión de la trama de transmisión de señales 752. Por ejemplo, la presencia de la señal de indicación 750
 35 puede indicar que la siguiente señal será transmitida a través del par de cables ~/N, mientras que la ausencia de la señal de indicación 750 puede indicar que la siguiente señal será transmitida a través del par de cables N/G. Como la ventana de contención 746 es de longitud variable, se requiere que la señal de sincronización 748 informe a todos los nodos de la red que la siguiente señal (es decir, la señal de indicación 750) debe ser verificada como un indicador de a qué canal de comunicación (es decir, par de cables) se transmite la próxima señal (es decir, la trama de transmisión de señales 752). De esta manera, se coordina la conmutación de los canales de comunicación entre
 40 el TX y el RX.

45 La señal de sincronización 748 y la señal de indicación 750 son señales no estándar. Al mismo tiempo, como estas señales incluyen menos datos, estas señales resultan en una sobreaudición sustancialmente menor respecto al tiempo, en comparación con el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 (figura 7A) y el segundo esquema de coordinación del canal de comunicación 720 (figura 7B). Se observa que la señal de indicación 750 también se puede realizar como una señal que incluye información de fase. La información de fase no es necesariamente binaria y, por lo tanto, puede incluir una indicación de más de dos opciones. Por lo tanto, en esta
 50 realización, la señal de indicación 750 se puede utilizar para indicar en cuál de los tres canales de comunicación posibles (es decir, -/G, N/G, ~/N) se transmite la próxima señal. Después de que se transmita la trama de transmisión de señales 752, se transmite la trama SACK 754. Como en la figura 7A, la primera señal de prioridad 744A, la segunda señal de prioridad 744B, la ventana de contención 746, la señal de sincronización 748, la señal de indicación 750 y la trama SACK 754 se transmiten mediante el canal de comunicación por defecto, que en la figura 7C es el canal de comunicación ~/N 742a. Por lo tanto, si la señal de indicación 750 indica que la siguiente trama de
 55 transmisión de la señal se transmite a través del canal de comunicación N/G 742B, entonces, de acuerdo con una realización después de que los nodos en la red se conmuten al canal de comunicación N/G 742B, todos los nodos conmutarán de nuevo al canal de comunicación por defecto para recibir la trama SACK 754 y escuchar la próxima señal de sincronización (no mostrada) para transmitir y recibir la siguiente trama de transmisión de señales (no mostrada). Según otra realización, los nodos en la red no están obligados a conmutarse de nuevo al canal de comunicación por defecto para transmitir y recibir la trama SACK 754, siempre que los nodos puedan recibir la trama SACK 754 independientemente del canal de comunicación en el que se transmite. En esta realización, la señal que lleva la trama SACK 754 debe ser una señal robusta, de manera que puede recibirse sobre cualquiera de los canales de comunicación. La señal de sincronización 748 y la señal de indicación 750 se transmiten antes de cada trama de transmisión de señales para indicar a todos los TXs (no representados) y RXS (no representados) en la red
 60 qué canal de comunicación se utilizará para la siguiente transmisión. De esta manera, se coordina la conmutación de los canales de comunicación entre los TXs y los RXS en la red.
 65

Se observa que puede producirse un ligero aumento en las colisiones de señales en el tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740, ya que la primera y segunda señales de prioridad 744A y 744B no pueden ser vistas por todos los nodos (no mostrados) que participan en la clasificación de la ventana de contención 746. Además, en la realización mostrada en la figura 7C, todos los RXs (o los nodos que están recibiendo) en la red deben conmutar a otro canal de comunicación en conjunto, si está indicado por la señal de indicación 750, ya que la señal de indicación 750 sólo indica en qué canales de comunicación se transmitirá la próxima señal y no a quién se dirige la próxima señal. Como la señal de sincronización 748 y la señal de indicación 750 no son señales estándar, el tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740 puede requerir un cambio más complicado a las señales de trama MAC estándar en comparación con el primer y segundo esquemas de coordinación del canal de comunicación 700 (figura 7) y 720 (figura 7B).

Se hace referencia ahora a la figura 7D, que es una ilustración esquemática de un cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación en una red PLC conmutada entre dos nodos, generalmente referenciado 770, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. En la figura 7D, las señales se transfieren entre un TX (no mostrado) y un RX (no mostrado). El cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación 770 incluye dos canales de comunicación, un canal de comunicación \sim/N 772A y un canal de comunicación N/G 772B. Un tercer canal de comunicación (no mostrado) que sería en el par de cables $-/G$ está presente en el cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación 770, pero no se muestra por motivos de claridad. En el cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación 770, como en el primer esquema de coordinación del canal de comunicación 700 (figura 7), uno de los canales de comunicación se preselecciona como canal de comunicación por defecto. En la figura 7D, el canal de comunicación \sim/N 772A es preseleccionado como el canal de comunicación por defecto. Por lo tanto, cualquier nodo que se une a la red de conmutación PLC que se muestra en la figura 7D escucharía primero a las comunicaciones en el canal de comunicación por defecto en un intento de unirse a la red y determinar cuándo puede transmitir o recibir señales a través de la red.

El cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación 770 incluye una primera señal prioritaria 774A, una segunda señal prioritaria 774B, una ventana de contención 776, una trama de transmisión de señal 782 y una trama SACK 784. La ventana de contención 776 se divide en una primera sección del canal de comunicación 778A y una segunda sección del canal de comunicación 778B, que se muestra mediante una línea de puntos 780. La primera y segunda señales prioritarias 774A y 774B son sustancialmente similares a la primera y segunda señales de prioridad 744A y 744B (ambas de la figura 7C). La ventana de contención 776 es sustancialmente similar a la ventana de contención 746 (figura 7C), excepto como se indica a continuación. Como se ha mencionado anteriormente, la primera y segunda señales prioritarias 774A y 774B se indican meramente como un ejemplo, como en una trama de transmisión de señales dada, una pluralidad de señales de prioridad pueden transmitirse primero indicando la prioridad de varias señales que se transmiten mediante varios nodos de la próxima trama de transmisión de señales.

La ventana de contención 776 se divide en una primera sección del canal de comunicación 778A y una segunda sección del canal de comunicación 778B. Cada sección del canal de comunicación indica sustancialmente en qué sección del canal de comunicación se transmiten las señales. Por lo tanto, en la primera sección del canal de comunicación 778A, puede realizarse una clasificación entre todos los nodos (no mostrados) que quieren transmitir y recibir en el canal de comunicación \sim/N 772A y en la segunda sección del canal de comunicación 778B, puede realizarse una clasificación entre todos los nodos (no mostrados) que quieren transmitir y recibir en el canal de comunicación N/G 772B. En base a las distintas señales en la ventana de contención 776, los nodos (no mostrados) en la red saben cuándo conmutar los canales de comunicación basados en la longitud (es decir, intervalo de tiempo) de la primera y segunda secciones de los canales de comunicación 778A y 778B. De esta manera, la conmutación de los canales de comunicación entre el TX y el RX está coordinada. En esta realización, durante la primera sección del canal de comunicación 778A todos los nodos escuchan en el canal de comunicación \sim/N 772A. A continuación, todos los nodos conmutan al canal de comunicación N/G 772B y escuchan a ese canal de comunicación durante la segunda sección del canal de comunicación 778B. Después de la trama de transmisión de señales 782, todos los nodos conmutan de nuevo para escuchar al canal de comunicación \sim/N 772A para recibir la trama SACK 784.

Como es obvio para un experto en la materia, la ventana de contención 776 puede dividirse en una pluralidad de secciones del canal de comunicación (no mostradas) para indicar cuál de los tres pares de cables transmitirá una señal dada. Además, a diferencia del tercer esquema de coordinación del canal de comunicación 740 (figura 7C), el cuarto esquema de coordinación del canal de comunicación 770 no incluye ninguna señal no estándar. Como se mencionó anteriormente, la ventana de contención 776 es una trama de longitud variable en la que se realiza una clasificación entre todos los nodos que desean transmitir en la próxima trama de transmisión de señales, que no tienen una prioridad específica. Después de la ventana de contención 776 se transmite la trama de transmisión de señales 782, seguida por la trama SACK 784. Como en la figura 7C, la primera señal de prioridad 774A, la segunda señal de prioridad 774B, la ventana de contención 776 y la trama SACK 784 se transmiten en el canal de comunicación por defecto, que en la figura 7D es el canal de comunicación \sim/N 772A. En la realización mostrada en la figura 7D, los nodos en la red pueden cambiarse continuamente entre el canal de comunicación \sim/N 772A y el canal de comunicación N/G 772B, ya que cada ventana de contención 776 puede incluir señales en cada sección del canal de comunicación. Además, como la trama SACK 784 y la ventana de contención 776 siempre se transmiten en el canal de comunicación por defecto, de acuerdo con una realización, los nodos que se transmiten a través de otro canal de comunicación tienen que conmutarse de vuelta al canal de comunicación por defecto antes de transmitir la

siguiente señal. De acuerdo con otra realización, los nodos que se transmiten a través de otro canal de comunicación no están obligados a conmutarse de vuelta al canal de comunicación por defecto antes de transmitir la siguiente señal siempre que puedan recibir la trama SACK 784, la primera señal de prioridad 774A, la segunda señal de prioridad 774B y la ventana de contención 776 con independencia de a través de qué canal de comunicación se transmiten. En esta realización, las señales portadoras de la trama SACK 784, la primera señal de prioridad 774A, la segunda señal de prioridad 774B y la ventana de contención 776 deben ser señales sólidas, de manera que puedan recibirse a través de cualquiera de los canales de comunicación.

Como la ventana de contención 776 es de longitud variable y la ventana de contención 776 se utiliza para indicar sustancialmente sobre qué canal de comunicación se producirá una próxima transmisión, la sobrecarga con respecto al tiempo en la figura 7D puede ser sustancialmente más pequeña que en las realizaciones mostradas en las figuras 7A y 7B. Al mismo tiempo, sin embargo, en relación con el tiempo de sobreescucha que se muestra en la figura 7D, es dependiente del escenario y es proporcional a la longitud (es decir, el intervalo de tiempo) de la ventana de contención 776. Se observa que una reducción en el tamaño de la ventana de contención 776 puede resultar en un aumento de las colisiones de las señales en la red y, como tal, la ventana de contención 776 puede necesitar ser sustancialmente grande para permitir un uso eficiente de la ventana de contención 776 para eliminar o reducir sustancialmente las colisiones de las señales en la red. Como se mencionó anteriormente, en esta realización todos los RXs en la red deben conmutar al canal de comunicación designado mediante la segunda sección del canal de comunicación 778B en el mismo punto en el tiempo que la ventana de contención 776, como se indica mediante la línea de puntos 780.

Se hace referencia ahora a la figura 7E, que es una ilustración esquemática de un procedimiento de coordinación del canal de comunicación en una red de conmutación PLC entre una pluralidad de nodos, construida y operativa de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. El procedimiento de la figura 7E representa un quinto esquema de coordinación del canal de comunicación en una red de conmutación PLC entre una pluralidad de nodos. En un procedimiento 800, cada RX en una red de conmutación PLC examina los TXs con los que se comunica. Por ejemplo, algunos RXs pueden comunicarse con un único TX, mientras que otros RXs pueden comunicarse con una pluralidad de TXs o, posiblemente, todos los TXs en una red de conmutación PLC. En un procedimiento 802, sobre la base de una pluralidad de factores, tales como la cantidad de tráfico, un RX dado recibe de cada TX en la red que el que se comunica, cada RX selecciona del TX con el que se comunica como TX primario. En un procedimiento 804, cada RX determina entonces un canal de comunicación óptimo entre sí mismo y el TX primario. El canal de comunicación determinado puede basarse en una serie de factores, tales como el canal de comunicación con el nivel más bajo de ruido, el canal de comunicación con la más alta calidad, y similares. En este procedimiento, los factores tenidos en cuenta para determinar el canal de comunicación óptimo se relacionan específicamente con el TX primario. En un procedimiento 806, el RX dado a continuación informa a todos los TXs que se comunican con el canal de comunicación determinado. El RX utiliza entonces ese canal de comunicación para recibir señales de forma permanente, ya sea desde el TX primario o desde cualquier otro TX con el que se comunica. Se observa que en este procedimiento, el canal de comunicación determinado es el canal de comunicación a través de la cual el RX no recibe señales todavía, no necesariamente el canal de comunicación a través de la cual los TXs que se comunican con el RX dado pueden transmitir señales a través del mismo. Por ejemplo, un TX puede conmutar los canales de comunicación a través de los cuales se transmite cada vez que se transmite una nueva señal, mientras que los RXs con los que se comunica sólo recibirán en sus respectivos canales de comunicación determinados.

En un procedimiento 808, el RX realiza el seguimiento de la comunicación de señales a través del canal de comunicación determinado entre sí y todos los TXs de la red PLC conmutada con los que se comunica. El seguimiento puede implicar el seguimiento de la calidad de las señales recibidas, el número de colisiones experimentadas en la recepción de señales, así como otros criterios, tales como el rendimiento (es decir, la tasa de PHY), la tasa de errores, la tasa de falsas alarmas y similares. En un procedimiento 810, sobre la base de la comunicación seguida entre el RX y cada uno de los TXs con los que se comunica, el RX puede revisar el canal de comunicación óptimo determinado y determinar otro canal de comunicación óptimo entre sí, el TX primario y todos los demás Tx con los que se comunica en la red. Después del procedimiento 810, el procedimiento avanza de nuevo al procedimiento 806, actualizando así el canal de comunicación óptimo revisado determinado a todos los TXs, incluyendo el TX primario, el RX con el que se comunica la red. En un procedimiento 812, sobre la base de la comunicación seguida entre el RX y cada uno de los TXs con los que se comunica, el RX puede revisar el TX primario seleccionado y seleccionar otro TX que se comunica con el TX primario. Después de un procedimiento 812, el procedimiento procede de nuevo al procedimiento 804. Como que un nuevo TX fue seleccionado como el TX primario, debe determinarse un canal de comunicación óptimo entre el RX y el nuevo TX primario. Como se muestra en la figura 7E, los procedimientos 810 y 812 se pueden ejecutar de forma simultánea o consecutivamente, en cualquier orden. Por lo tanto, basado en el seguimiento del canal de comunicación, un RX dado puede cambiar el canal de comunicación permanente en el que recibe (procedimiento 810), el TX primario con el que se comunica (procedimiento 812), o ambos (procedimientos 810 y 812). Se observa que los dos procedimientos 810 y 812 son procedimientos opcionales. En el procedimiento 812, la selección de un nuevo TX primario se ejecuta dinámicamente, como un RX de acuerdo con la técnica divulgada, adapta su canal de comunicación basado en el seguimiento del canal de comunicación. En cada uno de los procedimientos 810 y 812, la revisión puede producirse en intervalos de tiempo predeterminados. Por ejemplo, un RX puede revisar su canal de comunicación óptimo determinado y seleccionar el TX primario cada minuto, cada cinco minutos, cada diez segundos y similares. La

revisión también puede producirse en eventos predeterminados o factores determinados por el RX en la línea física de la red. Por ejemplo, un RX puede revisar su canal de comunicación óptimo determinado y el TX primaria seleccionado si la calidad de las señales recibidas cae por debajo de un límite predefinido, si el número de señales recibidas en un período de tiempo dado es menor que un límite predefinido y similares. Se observa que la revisión que se produce en los procedimientos 810 y 812 se puede producir en un RX a través de un proceso de fondo. En el procedimiento de la figura 7E, se elimina la necesidad de conmutación y de coordinación entre los canales de comunicación. Además, dicha realización se puede implementar simplemente en señales de trama MAC estándar y no presenta sustancialmente ninguna sobrecarga respecto al tiempo en las redes de dos nodos y en las redes dominadas por uno a muchos escenarios de tráfico. Además, como cada RX decide sobre un canal de comunicación particular con un TX determinado, el rendimiento de la transmisión de la señal entre el TX y RX dado se puede ajustar para favorecer a diferentes cargas de tráfico de señales.

Se apreciará por parte de los expertos en la materia que la técnica divulgada no se limita a lo que se ha mostrado y divulgado en particular anteriormente en este documento. Más bien, el ámbito de la técnica descrita se define sólo mediante las reivindicaciones adjuntas.

Las siguientes cláusulas numeradas en las páginas 73 a 90 de la presente descripción se corresponden con las reivindicaciones de la solicitud de patente internacional nº. PCT/IL2010/000522 tal como se presentó. Las reivindicaciones de la presente solicitud tal como se presentó, que se divide de la solicitud de patente europea nº. 10747677.2, se pueden encontrar en las páginas siguientes 91-92 de la memoria que comienzan con el encabezamiento "reivindicaciones".

Cláusulas

1. Aparato, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprende:

un procesador;
al menos un transmisor, acoplado con dicho procesador, para transmitir dichas señales;
al menos un receptor, acoplado con dicho procesador, para recibir dichas señales; y
al menos un conmutador, acoplado con al menos uno de dicho al menos un transmisor y dicho al menos un receptor,
donde dicho aparato está acoplado con un cable eléctrico que comprende un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra,
donde dicho al menos un conmutador está acoplado con dicho cable activo, dicho cable neutro y dicho cable de tierra,
donde dicho cable activo y dicho cable neutro forman un primer canal de comunicación, dicho cable activo y dicho cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y dicho cable neutro y dicho cable de tierra forman un tercer canal de comunicación, y
donde dicho al menos un conmutador permite que al menos uno de dicho al menos un transmisor y dicho al menos un receptor se acoplen con uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

2. El aparato de acuerdo con la cláusula 1, que comprende además:

al menos un convertidor analógico a digital (ADC), estando dicho al menos un ADC acoplado entre dicho procesador y dicho al menos un receptor,
donde dicho al menos un conmutador está también acoplado con dicho procesador.

3. El aparato de acuerdo con la cláusula 2, donde dicho procesador determina que uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho al menos un conmutador permite que dicho al menos un receptor se acople de acuerdo con por lo menos un factor.

4. El aparato de acuerdo con la cláusula 3, donde dicho al menos un factor comprende características de transmisión de al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

5. El aparato de acuerdo con la cláusula 3, donde dicho al menos un factor comprende la calidad de al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

6. El aparato de acuerdo con la cláusula 1, donde dicho al menos un receptor determina cuál de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho al menos un conmutador permite que dicho al menos un receptor se acople con el mismo.

7. El aparato de acuerdo con la cláusula 6, donde a intervalos predeterminados, dicho al menos un receptor comprueba que al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho al menos un receptor no está acoplado para la calidad del canal de

comunicación.

8. El aparato de acuerdo con la cláusula 1, que comprende además:

5 al menos un convertidor de digital a analógico (DAC), estando dicho al menos un DAC acoplado entre dicho procesador y dicho al menos un transmisor, donde dicho al menos un conmutador está también acoplado con dicho procesador.

10 9. El aparato de acuerdo con la cláusula 7, donde dicho procesador determina que uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho al menos un conmutador permite que dicho al menos un transmisor se acopla de acuerdo con al menos un factor.

15 10. El aparato de acuerdo con la cláusula 9, donde dicho al menos un factor comprende características de transmisión de al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

11. El aparato de acuerdo con la cláusula 9, donde dicho al menos un factor comprende la calidad de al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

20 12. El aparato de acuerdo con la cláusula 1, donde al menos un transmisor determina cuál de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho al menos un conmutador permite que dicho al menos un transmisor se acople con el mismo.

25 13. El aparato de acuerdo con la cláusula 12, donde a intervalos predeterminados, dicho al menos un transmisor comprueba que al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho al menos un transmisor no está acoplado con el mismo para la calidad del canal de comunicación.

30 14. El aparato de acuerdo con la cláusula 1, donde dicho aparato está acoplado con un dispositivo eléctrico.

15. Aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprende:

un procesador;

35 al menos un convertidor analógico a digital (ADC), acoplado con dicho procesador; al menos un receptor, acoplado respectivamente con dicho al menos un ADC, para la recepción de dichas señales;

al menos un convertidor digital a analógico (DAC), acoplado con dicho procesador; y

al menos un transmisor, acoplado respectivamente con dicho al menos un DAC, para transmitir dichas señales;

40 donde dicho aparato está acoplado con un cable eléctrico que comprende un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra,

donde dicho al menos un receptor y dicho al menos un transmisor están acoplados con dicho cable activo, dicho cable neutro y dicho cable de tierra,

45 donde dicho cable activo y dicho cable neutro forman un primer canal de comunicación, dicho cable activo y dicho cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y dicho cable neutro y dicho cable de tierra forman un tercer canal de comunicación, y

donde dicho procesador permite a dicho al menos un transmisor y a dicho al menos un receptor acoplarse con uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

50 16. Aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprende:

un procesador;

55 al menos un conmutador, acoplado con dicho procesador;

al menos un convertidor analógico a digital (ADC);

al menos un receptor, acoplado respectivamente con dicho al menos un ADC, para la recepción de dichas señales;

al menos un convertidor de digital a analógico (DAC); y

60 al menos un transmisor, acoplado respectivamente con dicho al menos un DAC, para transmitir dichas señales;

donde dicho aparato está acoplado con un cable eléctrico que comprende un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra,

donde dicho al menos un receptor y dicho al menos un transmisor están acoplados con dicho cable activo, dicho cable neutro y dicho cable de tierra,

65 donde dicho cable activo y dicho cable neutro forman un primer canal de comunicación, dicho cable activo y dicho cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y dicho cable neutro y dicho cable de tierra

forman un tercer canal de comunicación, y
 donde dicho al menos un conmutador permite que al menos uno de dicho al menos un receptor y dicho al
 menos un transmisor se acople con uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de
 comunicación y dicho tercer canal de comunicación.

5 17. El aparato de acuerdo con la cláusula 16, donde dicho al menos un conmutador está acoplado con al menos uno
 de dicho al menos un ADC y dicho al menos un DAC.

10 18. Aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprende:

un procesador;
 una pluralidad de transmisores, estando cada transmisor acoplado con dicho procesador, para transmitir
 dichas señales; y
 15 una pluralidad de receptores, estando cada receptor acoplado con dicho procesador, para recibir dichas
 señales,
 donde dicho aparato está acoplado con un cable eléctrico que comprende un cable activo, un cable neutro y
 un cable de tierra,
 donde cada uno de dicha pluralidad de transmisores se acopla con al menos dos de dicho cable activo,
 dicho cable neutro y dicho cable de tierra, de tal modo que está acoplado con un respectivo par de cables
 20 de transmisión,
 donde cada uno de dicha pluralidad de receptores está acoplado con al menos dos de dicho cable activo,
 dicho cable neutro y dicho cable de tierra, de tal modo que está acoplado con un par de cables de
 recepción respectivos,
 donde dichos respectivos pares de cables de transmisión son diferentes,
 25 donde dichos respectivos pares de cables de recepción son diferentes, y
 donde dicho procesador transmite dichas señales en al menos un respectivo par de cables de transmisión y
 recibe dichas señales en al menos un respectivo par de cables de recepción.

30 19. Sistema para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprende un cable
 activo, un cable neutro y un cable de tierra, comprendiendo dicho sistema:

al menos dos módems de línea de alimentación, acoplándose cada uno de dichos al menos dos módems
 de línea de alimentación a un dispositivo eléctrico respectivo con una toma de corriente respectiva, estando
 cada una de dicha respectiva toma de corriente acoplada con dichos cables eléctricos residenciales,
 35 comprendiendo cada uno de dichos al menos dos módems de línea de alimentación:

un procesador;
 al menos un transmisor, acoplado con dicho procesador, para transmitir dichas señales;
 al menos un receptor, acoplado con dicho procesador, para recibir dichas señales; y
 40 al menos un conmutador, estando dicho al menos un conmutador acoplado con al menos uno de dicho
 al menos un transmisor y dicho al menos un receptor,
 donde dicho al menos un conmutador está acoplado con dicho cable activo, dicho cable neutro y dicho
 cable de tierra,
 donde dicho cable activo y dicho cable neutro forman un primer canal de comunicación, dicho cable
 45 activo y dicho cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y dicho neutro y dicho cable de
 tierra forman un tercer canal de comunicación, y
 donde dicho al menos un conmutador permite que al menos uno de dicho al menos un transmisor y
 dicho al menos un receptor se acople con al menos uno de un primer par de cables y un segundo par de
 cables, respectivamente.

50 20. El sistema de acuerdo con la cláusula 19, donde dicho primer par de cables y dicho segundo par de cables se
 seleccionan de la lista que consiste en:

dicho primer canal de comunicación;
 55 dicho segundo canal de comunicación, y
 dicho tercer canal de comunicación.

60 21. El sistema de acuerdo con la cláusula 19, donde dicho primer par de cables y dicho segundo par de cables son
 equivalentes.

22. El sistema de acuerdo con la cláusula 19, en el que dicho primer par de cables y dicho segundo par de cables
 son diferentes.

65 23. El sistema de acuerdo con la cláusula 19, donde dicho al menos un transmisor determina una calidad de
 transmisión a través de cada par de cables en dichos cables eléctricos residenciales.

24. El sistema de acuerdo con la cláusula 23, donde en base a dicha calidad de transmisión determinada, dicho al

menos un conmutador acopla dicho al menos un transmisor con dicho par de cables que tienen dicha calidad de transmisión que es más alta.

5 25. El sistema de acuerdo con la cláusula 23, donde dicho al menos un transmisor determina dicha calidad de transmisión a intervalos de tiempo predefinidos.

10 26. El sistema de acuerdo con la cláusula 23, donde en base a dicha calidad de transmisión determinada, dicho al menos un transmisor, en un primero de dichos al menos dos módems de línea de alimentación, instruye a dicho al menos un conmutador, en un segundo de dichos al menos dos módems de línea de alimentación, para acoplar dicho al menos un receptor, en dicho segundo de dichos al menos dos módems de línea de alimentación, a dicho par de cables que tiene dicha calidad de transmisión que es más alta.

15 27. El sistema de acuerdo con la cláusula 19, donde dicho al menos un receptor determina una calidad de transmisión en cada par de cables en dichos cables eléctricos residenciales.

28. El sistema de acuerdo con la cláusula 27, donde en base a dicha calidad de transmisión determinada, dicho al menos un conmutador acopla dicho al menos un receptor con dicho par de cables que tiene dicha calidad de transmisión que es más alta.

20 29. El sistema de acuerdo con la cláusula 27, donde dicho al menos un receptor determina dicha calidad de transmisión en intervalos de tiempo predefinidos.

25 30. El sistema de acuerdo con la cláusula 27, donde en base a dicha calidad de transmisión determinada, dicho al menos un receptor, en un primero de dichos al menos dos módems de línea de alimentación, instruye a dicho al menos un conmutador, en un segundo de dicho al menos dos módems de línea de alimentación, para acoplar dicho al menos un transmisor, en dicho segundo de dichos al menos dos módems de línea de alimentación, a dicho par de cables que tiene dicha calidad de transmisión que es más alta.

30 31. El sistema de acuerdo con la cláusula 19, donde dicho al menos un transmisor desde un primero de dichos al menos dos módems de línea de alimentación transmite dichas señales, donde un primero de dicho al menos un receptor y un segundo de dichos al menos un receptor en un segundo de dichos al menos dos módems de línea eléctrica reciben respectivamente dichas señales como una primera señal recibida y una segunda señal recibida.

35 32. El sistema de acuerdo con la cláusula 31, donde dicho procesador en dicho segundo de dichos al menos dos módems de línea de alimentación determina que dicha primera señal recibida y dicha segunda señal recibida para un proceso adicional.

40 33. El sistema de acuerdo con la cláusula 31, donde dicho procesador en dicho segundo de dichos al menos dos módems de línea de alimentación combina de manera óptima dicha primera señal recibida y dicha segunda señal recibida.

45 34. El sistema de acuerdo con la cláusula 31, donde dicho al menos un receptor en dicho segundo de dichos al menos dos módems de línea de alimentación determina cuál de dicha primera señal recibida y dicha segunda señal recibida se proporcionan a dicho procesador.

35. Sistema para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprenden un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, comprendiendo dicho sistema:

50 al menos dos módems de línea de alimentación, acoplándose cada uno de dichos al menos dos módems de línea de alimentación a un dispositivo eléctrico respectivo con una toma de corriente respectiva, acoplándose cada uno de dicha toma de corriente respectiva con dichos cables eléctricos residenciales, comprendiendo cada uno de dichos al menos dos módems de línea de alimentación:

55 un procesador;
una pluralidad de transmisores, acoplados con dicho procesador, para transmitir dichas señales; y
al menos un receptor, acoplado con dicho procesador, para recibir dichas señales;
donde dicho cable activo y dicho cable neutro forman un primer canal de comunicación, dicho cable activo y dicho cable de tierra forman un segundo canal de comunicación y dicho cable neutro y dicho cable de tierra forman un tercer canal de comunicación,
60 donde cada uno de dicha pluralidad de transmisores define un respectivo rango de onda portadora en al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación,
donde dicho procesador determina una onda portadora de frecuencia para dichas señales cuando dichas señales se transmiten,
65 donde uno dado de dicha pluralidad de transmisores transmite dichas señales si dicha onda portadora de frecuencia se encuentra en dicho respectivo rango de onda portadora de dicho uno dado de dicha

pluralidad de transmisores.

- 5 36. El sistema de acuerdo con la cláusula 35, donde cada uno de dicho respectivo rango de onda portadora es disjunto.
37. El sistema de acuerdo con la cláusula 35, donde al menos uno de dicha pluralidad de transmisores transmite una señal de trama de control de acceso a medios (MAC) antes de transmitir dichas señales, identificando dicha señal de trama MAC dicho uno de dichos al menos dos módems de línea de alimentación.
- 10 38. El sistema de acuerdo con la cláusula 35, donde cada uno de dicho respectivo rango de onda portadora sobre al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación se determina sobre una base de nodo a nodo.
- 15 39. El sistema de acuerdo con la cláusula 35, donde dicho cada uno de dicho respectivo rango de onda portadora sobre al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación se determina sobre una base de red.
- 20 40. El sistema de acuerdo con la cláusula 35, donde un primero de dicho al menos un receptor y un segundo de dicho al menos un receptor en uno de dicho al menos dos módems de línea de alimentación reciben respectivamente dichas señales como una primera señal recibida y una segunda la señal recibida.
41. Aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales en una configuración de distribución eléctrica de 3 fases, que comprende:
- 25 un procesador;
un transmisor, acoplado con dicho procesador, para transmitir dichas señales; y
un receptor, acoplado con dicho procesador, para recibir dichas señales;
donde dicho aparato está acoplado con un cable eléctrico que comprende un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra,
- 30 donde dicho transmisor transmite dichas señales en un par de cables,
donde dicho receptor recibe dichas señales a través de dicho par de cables,
donde dicho par de cables comprenden dicho cable neutro y dicho cable de tierra.
42. Aparato para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, que comprende:
- 35 un procesador;
un transmisor, acoplado con dicho procesador, para transmitir dichas señales; y
un receptor, acoplado con dicho procesador, para recibir dichas señales;
donde dicho aparato está acoplado con un cable eléctrico que comprende un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra,
- 40 donde dicho transmisor transmite dichas señales en más de un primer conjunto de pares de cables,
donde dicho receptor recibe dichas señales a través de un segundo conjunto de pares de cables,
donde cada uno de dicho primer conjunto y dicho segundo conjunto comprende dos pares de cables.
- 45 43. El aparato de acuerdo con la cláusula 42, donde dicho primer conjunto de pares de cables y dicho segundo conjunto de pares de cables se seleccionan de la lista que consiste en:
- 50 dicho cable activo y dicho cable neutro;
dicho cable activo y dicho cable de tierra, y
dicho cable neutro y dicho cable de tierra.
44. El aparato de acuerdo con la cláusula 42, donde dichos cables eléctricos residenciales están acoplados en una configuración de distribución eléctrica de 1 fase.
- 55 45. El aparato de acuerdo con la cláusula 42, donde dichos cables eléctricos residenciales están acoplados en una configuración de distribución eléctrica de 3 fases.
- 60 46. Procedimiento para la coordinación de un canal de comunicación entre un transmisor y un receptor, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, comprendiendo dichos cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, formando dicho cable activo y dicho cable neutro un primera canal de comunicación, formando dicho cable activo y dicho cable de tierra un segundo canal de comunicación y formando dicho cable neutro y dicho cable de tierra un tercer canal de comunicación, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 65 seleccionar uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación como canal de comunicación por defecto;

- antes de transmitir dichas señales, transmitir una trama directiva, indicando dicha trama directiva que dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho transmisor está transmitiendo una siguiente de una de dichas señales; y
 5 después de transmitir dicha una siguiente de dichas señales, transmitir una trama de reconocimiento selectivo (SACK) en dicho canal de comunicación por defecto.
47. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 46, donde dicha trama de directiva se transmite en dicho canal de comunicación predeterminado.
- 10 48. Procedimiento para la coordinación de un canal de comunicación entre un transmisor y un receptor, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, comprendiendo dichos cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, formando dicho cable activo y dicho cable neutro un primer canal de comunicación, formando dicho cable activo y dicho cable de tierra un segundo canal de comunicación y formando dicho cable neutro y dicho cable de tierra un tercer canal de comunicación,
 15 comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- transmitir una trama directiva antes de transmitir dichas señales, indicando dicha trama directiva un canal de comunicación siguiente que dicho transmisor está transmitiendo una siguiente de dichas señales sólo si dicho siguiente canal de comunicación es diferente de un canal de comunicación actual; y
 20 después de transmitir dicha siguiente de dichas señales, transmitir una trama de reconocimiento selectivo (SACK) en dicho canal de comunicación actual.
49. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 48, donde dicho siguiente canal de comunicación se selecciona de la lista que consiste en:
 25
- dicho primer canal de comunicación;
 dicho segundo canal de comunicación, y
 dicho tercer canal de comunicación.
- 30 50. Procedimiento para la coordinación de un canal de comunicación entre un transmisor y un receptor, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, comprendiendo dichos cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, formando dicho cable activo y dicho cable neutro un primer canal de comunicación, formando dicho cable activo y dicho cable de tierra un segundo canal de comunicación y formando dicho cable neutro y dicho cable de tierra un tercer canal de comunicación,
 35 comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- seleccionar uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación como canal de comunicación por defecto;
 40 antes de transmitir dichas señales, transmitir una ventana de contención;
 después de transmitir dicha ventana de contención, transmitir una señal de sincronización, indicando dicha señal de sincronización que una siguiente señal transmitida será una señal de indicación;
 transmitir dicha señal de indicación, indicando dicha señal de indicación que dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación de dicho transmisor está transmitiendo una siguiente de dichas señales; y
 45 después de transmitir dicha siguiente de dichas señales, transmitir una trama de reconocimiento selectivo (SACK) en dicho canal de comunicación por defecto.
51. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 50, donde dicha señal de indicación es una señal binaria.
- 50 52. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 50, en el que dicha señal de indicación comprende información de fase.
53. Procedimiento para la coordinación de un canal de comunicación entre un transmisor y un receptor, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, comprendiendo dichos cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, formando dicho cable activo y dicho cable neutro una primera comunicación canal, formando dicho cable activo y dicho cable de tierra un segundo canal de comunicación y formando dicho cable neutro y dicho cable de tierra un tercer canal de comunicación,
 55 comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- seleccionar uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación como canal de comunicación por defecto;
 60 antes de transmitir dichas señales, transmitir una ventana de contención, donde dicha ventana de contención se divide en una pluralidad de secciones de canal de comunicación, indicando cada una de dicha pluralidad de secciones de canal de comunicación en las que se transmitirá al menos uno de dicho primer canal de comunicación, dicho segundo canal de comunicación y dicho tercer canal de comunicación una siguiente de dichas señales en una dada de dicha pluralidad de secciones de canal de comunicación; y
 65

después de transmitir dicha siguiente de dichas señales, transmitir una trama de reconocimiento selectivo (SACK) en dicho canal de comunicación por defecto.

5 54. Procedimiento para la coordinación de un canal de comunicación entre una pluralidad de nodos, comprendiendo cada nodo al menos uno de un transmisor y un receptor, para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales, comprendiendo dichos cables eléctricos residenciales un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, formando dicho cable activo y dicho cable neutro un primer canal de comunicación, formando dicho cable activo y dicho cable de tierra un segundo canal de comunicación y formando dicho cable neutro y dicho cable de tierra un tercer canal de comunicación, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

10 para uno dado de dicho receptor, examinar dicho transmisor en cada uno de dicha pluralidad de nodos que se comunican con dicho receptor;
seleccionar uno de dichos transmisores examinados como un transmisor primario;
15 determinar un canal de comunicación óptimo entre dicho receptor y dicho transmisor primario;
informar a todos los transmisores examinados de dicho canal de comunicación óptima determinado; y
seguir al menos una característica de comunicación en dicho canal de comunicación óptimo determinado.

20 55. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 54, donde dicho procedimiento de selección comprende el sub-procedimiento de selección de uno de dichos transmisores examinados sobre la base de al menos un factor.

56. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 54, donde dicho canal de comunicación óptima se selecciona de la lista que consiste en:

25 dicho primer canal de comunicación;
dicho segundo canal de comunicación, y
dicho tercer canal de comunicación.

30 57. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 54, donde dicha al menos una característica de comunicación se selecciona de la lista que consiste en:

35 una calidad de dichas señales recibidas;
una serie de colisiones experimentadas en dichas señales recibidas;
un rendimiento;
una tasa de errores; y
una tasa de falsas alarmas.

58. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 54, donde dicho canal de comunicación óptima representa un canal de comunicación a través del cual dicho uno dado de dicho receptor recibe dichas señales.

40 59. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 54, que comprende además el procedimiento de revisión de dicho canal de comunicación óptima determinado en base a dicho seguimiento de al menos una característica de comunicación.

45 60. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 59, donde dicho procedimiento de revisión se produce a intervalos de tiempo predeterminados.

61. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 59, donde dicho procedimiento de revisión se produce en eventos predeterminados.

50 62. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 54, que comprende además el procedimiento de revisión de dicho transmisor primario sobre la base de dicho seguimiento de al menos una característica de comunicación.

63. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 62, donde dicho procedimiento de revisión se ejecuta dinámicamente.

55 64. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 62, donde dicho procedimiento de revisión se produce a intervalos de tiempo predeterminados.

60 65. El procedimiento de acuerdo con la cláusula 62, donde dicho procedimiento de revisión se produce en eventos predeterminados.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (430) para transmitir y recibir señales a través de cables eléctricos residenciales (442) que comprenden al menos un cable activo, un cable neutro y un cable de tierra, comprendiendo dicho sistema:

5 al menos dos módems de línea de alimentación, acoplándose cada uno de dichos al menos dos módems de línea de alimentación a un respectivo dispositivo eléctrico con una toma de corriente eléctrica respectiva, acoplándose dicha respectiva toma de corriente eléctrica con dichos cables eléctricos residenciales, comprendiendo cada uno de dichos al menos dos módems de línea de alimentación:

10 un procesador;
una pluralidad de transmisores (434, 436) acoplados con dicho procesador, para transmitir dichas señales; y
al menos un receptor (404), acoplado con dicho procesador, para recibir dichas señales;
15 donde al menos dos de dichos cables forman al menos un par de cables de recepción,
donde al menos dos de dichos cables forman al menos un par de cables de transmisión, y
donde dicho procesador determina una onda portadora de frecuencia para dichas señales cuando dichas señales se transmiten,
20 **caracterizado por que:**

25 cada uno de dicha pluralidad de transmisores define un rango de onda portadora (444, 446) respectivo en dicho al menos un par de cables de transmisión, y
donde dicho procesador proporciona dichas señales a uno respectivo de dicha pluralidad de transmisores de acuerdo con dicho rango de onda portadora respectivo en la que está dicha onda portadora de frecuencia de dichas señales.

2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada uno de dicho rango de onda portadora respectivo es disjunto.

30 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada uno de dicho rango de onda portadora respectivo en dicho al menos un par de cables de transmisión se determina sobre una base de nodo a nodo.

35 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada uno de dicho rango de onda portadora respectivo en dicho al menos un par de cables de transmisión se determina sobre una base de red.

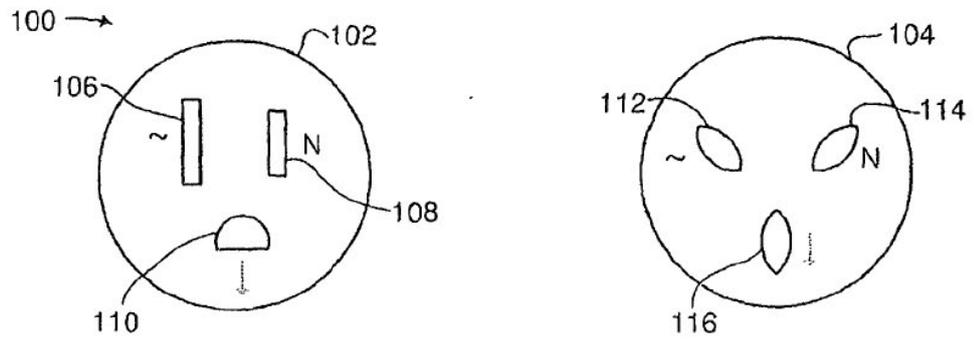


FIG. 1

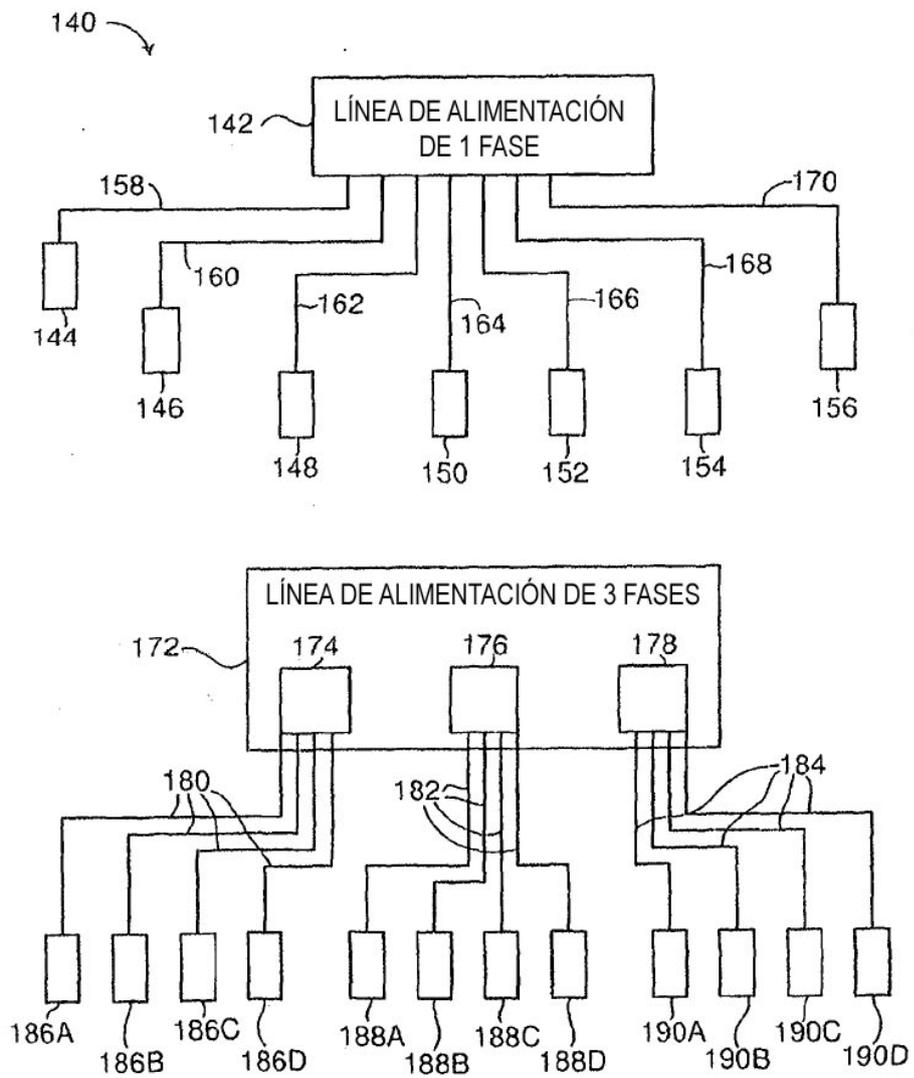


FIG. 2

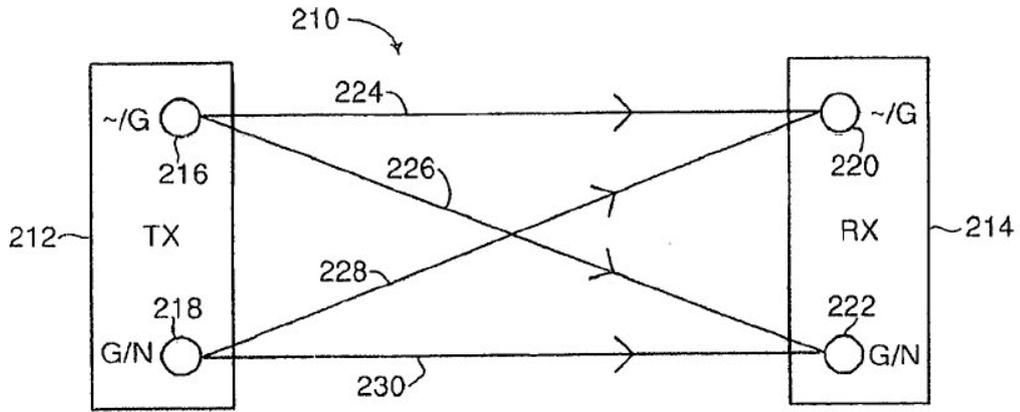


FIG. 3A

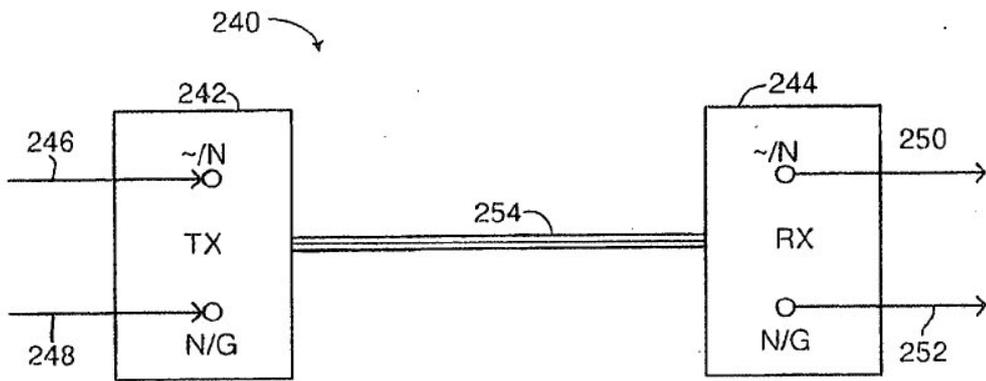


FIG. 3B

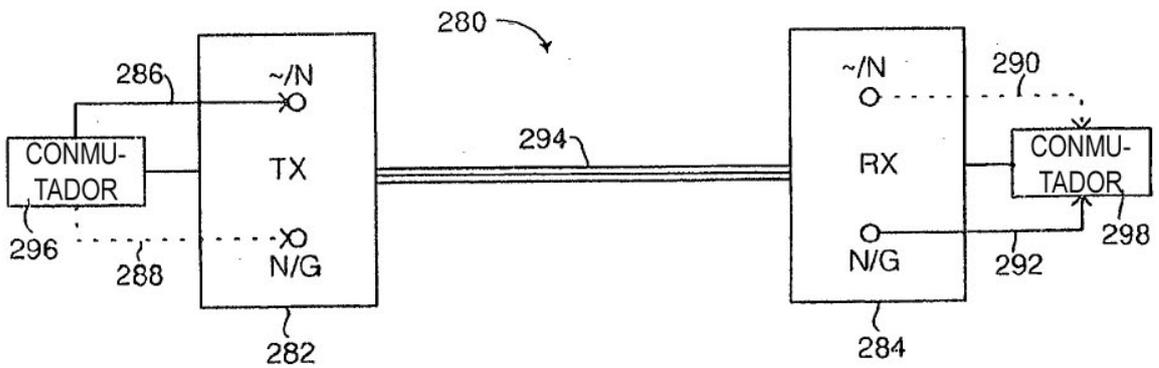


FIG. 4A

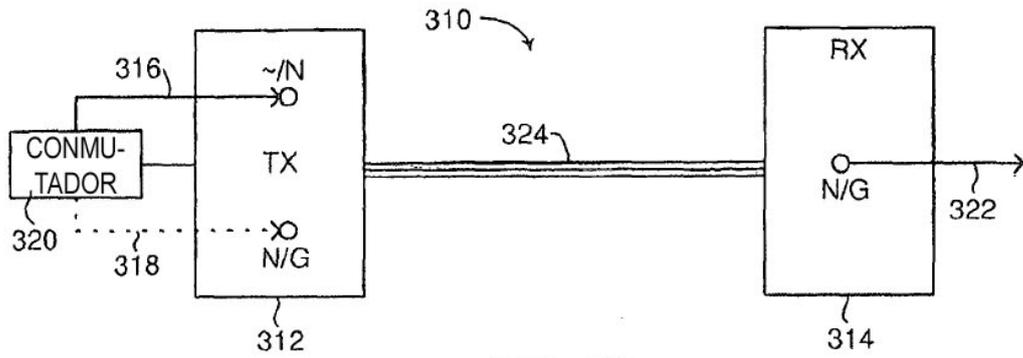


FIG. 4B

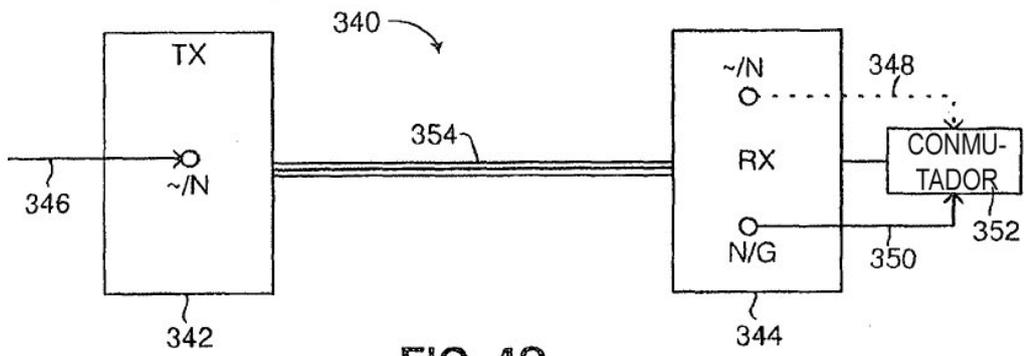


FIG. 4C

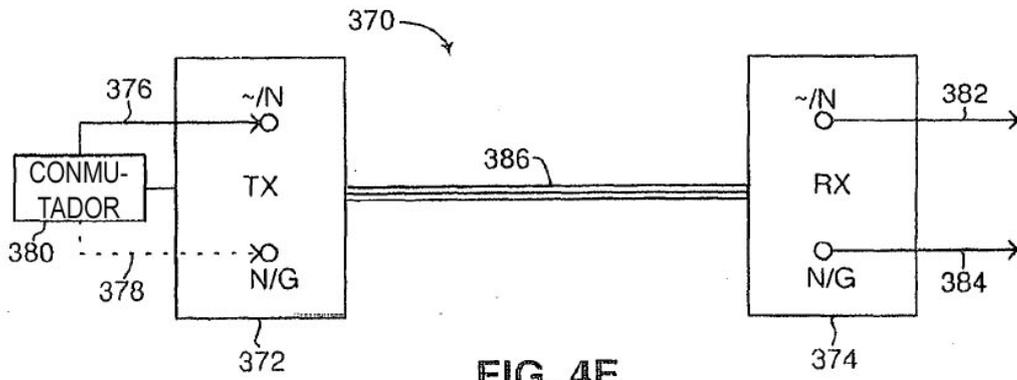


FIG. 4E

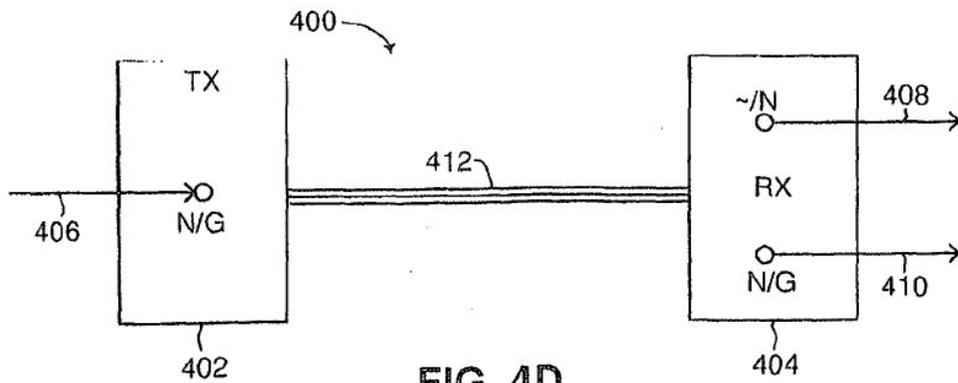


FIG. 4D

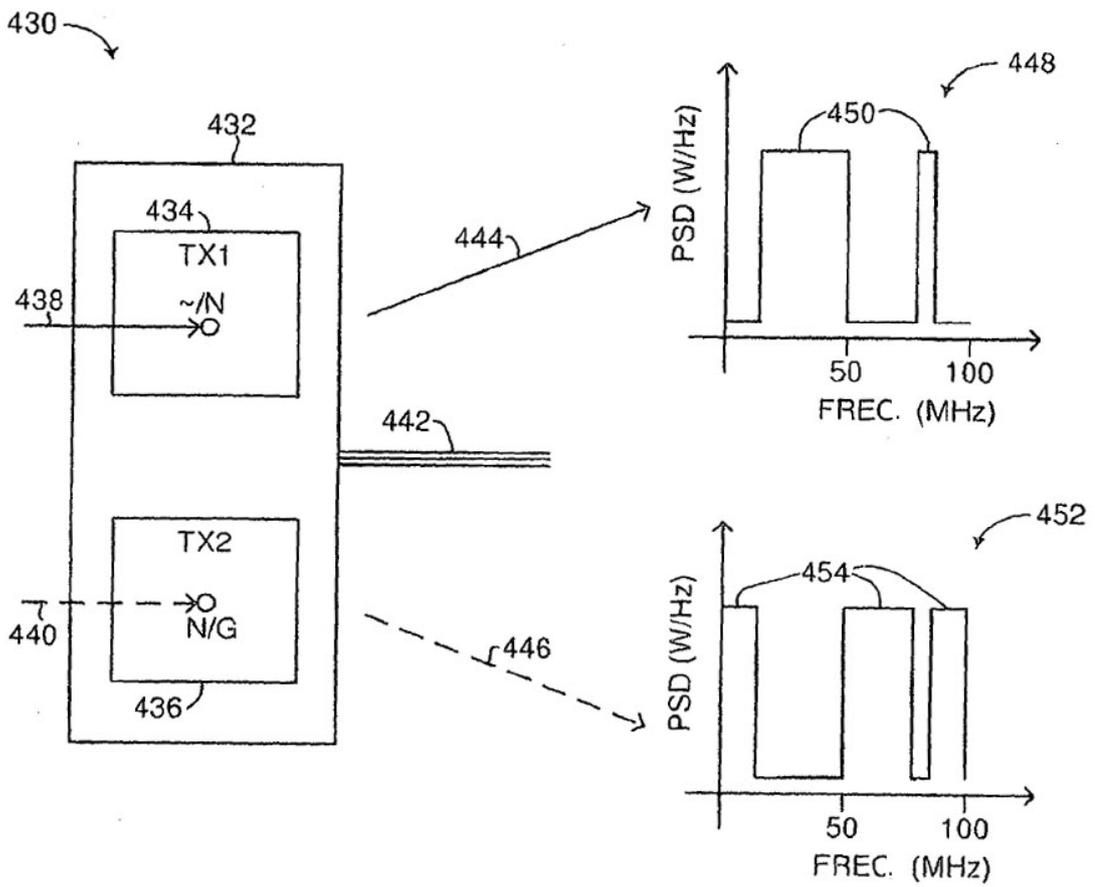


FIG. 4F

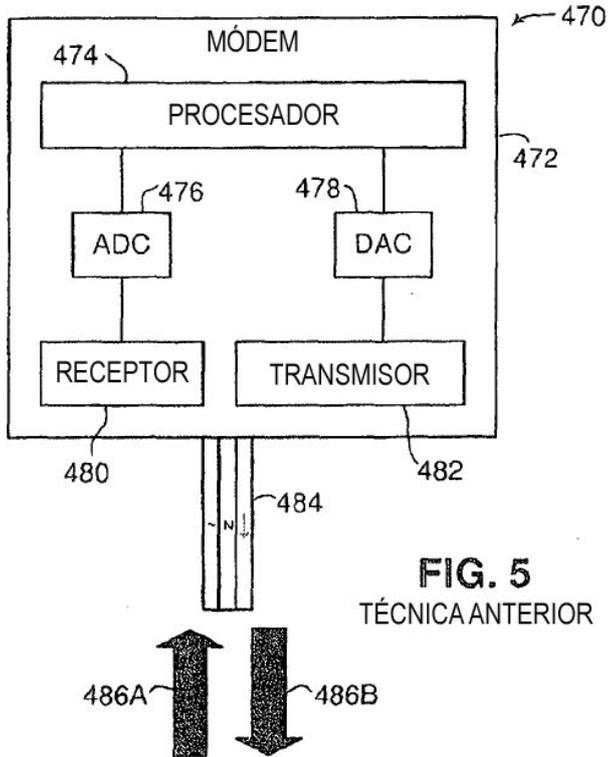


FIG. 5
TÉCNICA ANTERIOR

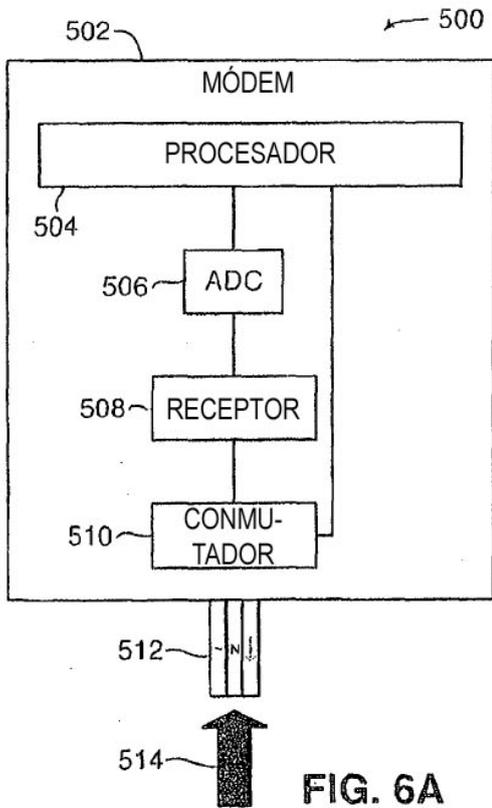


FIG. 6A

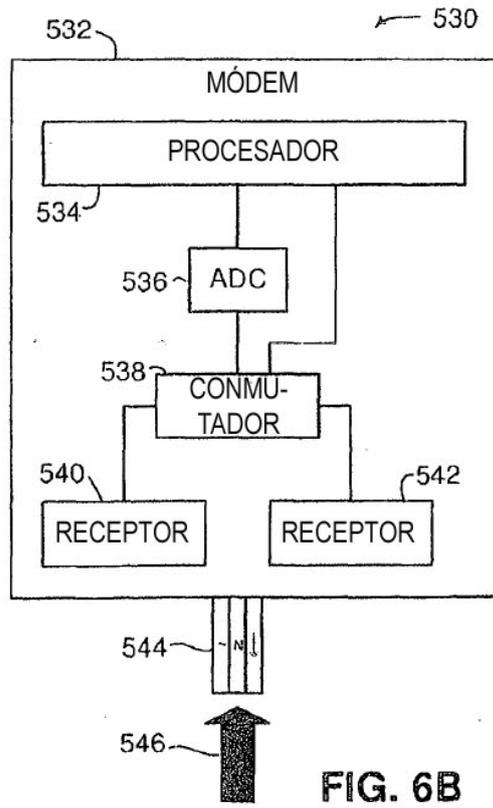
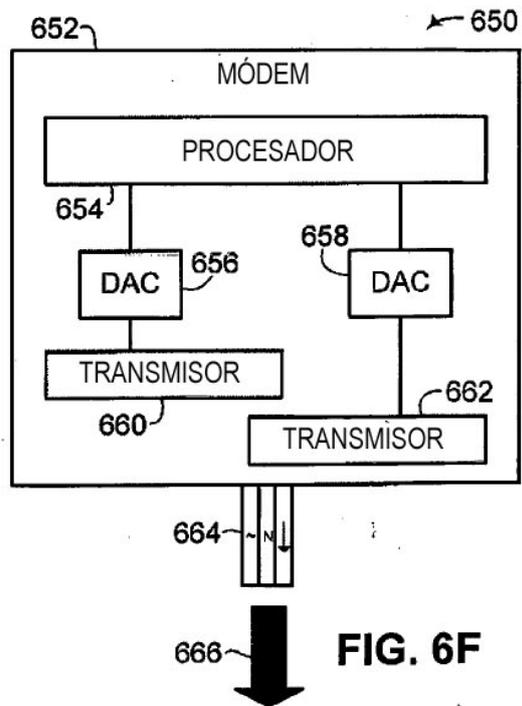
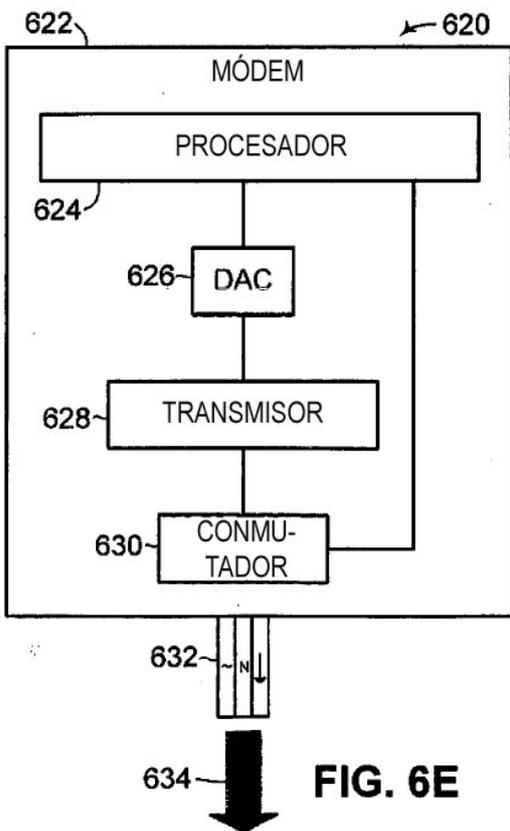
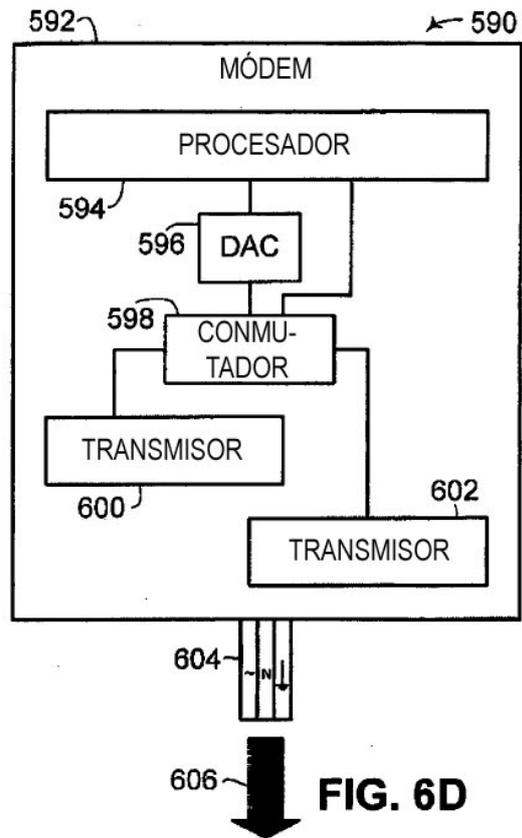
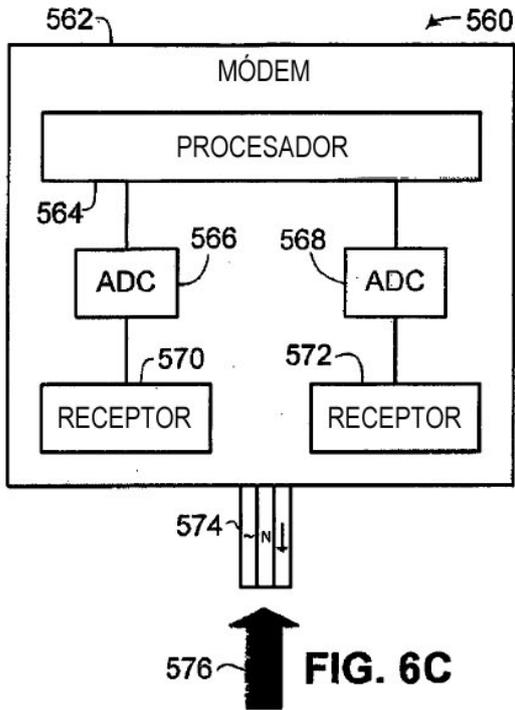


FIG. 6B



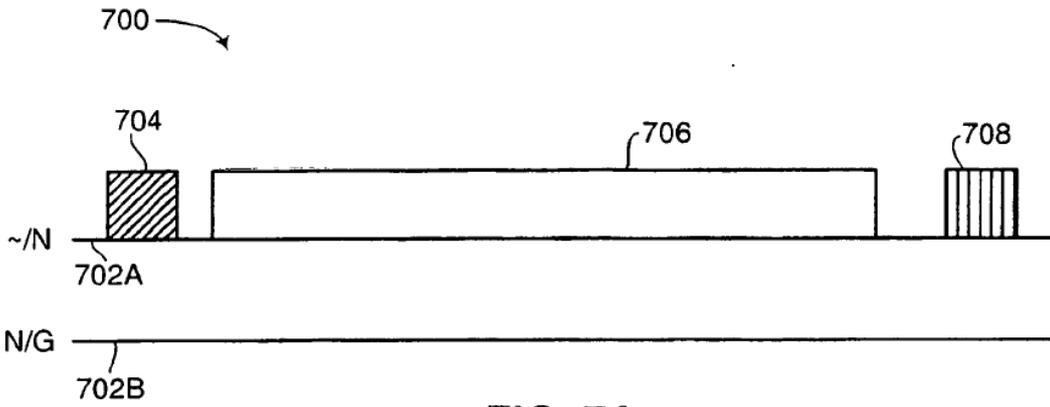


FIG. 7A

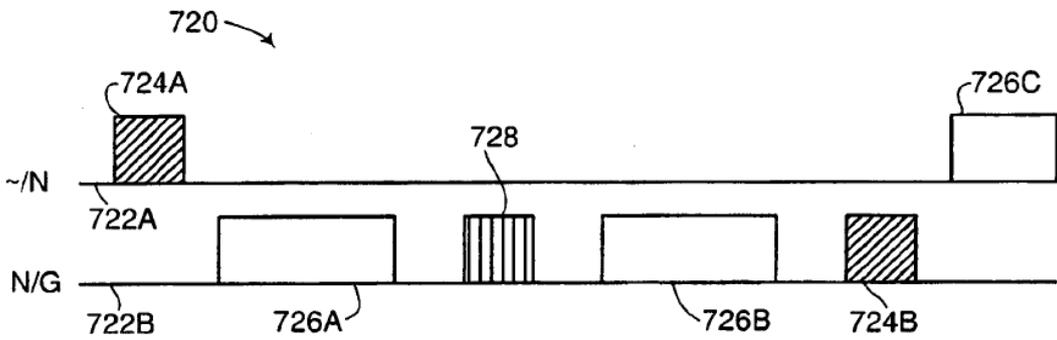


FIG. 7B

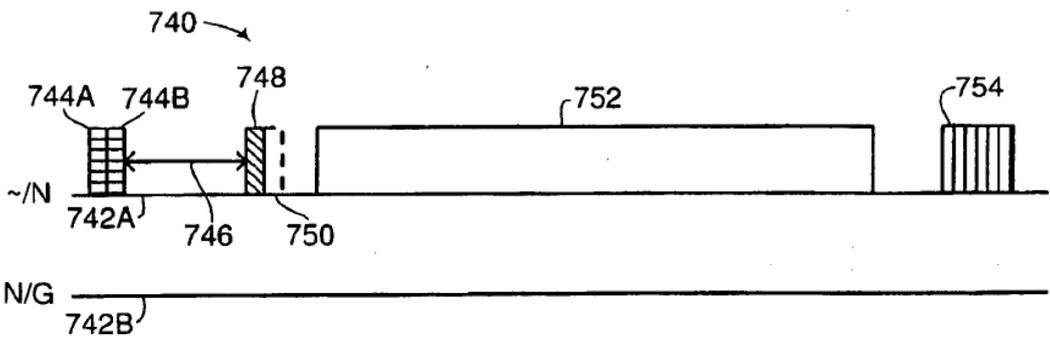


FIG. 7C

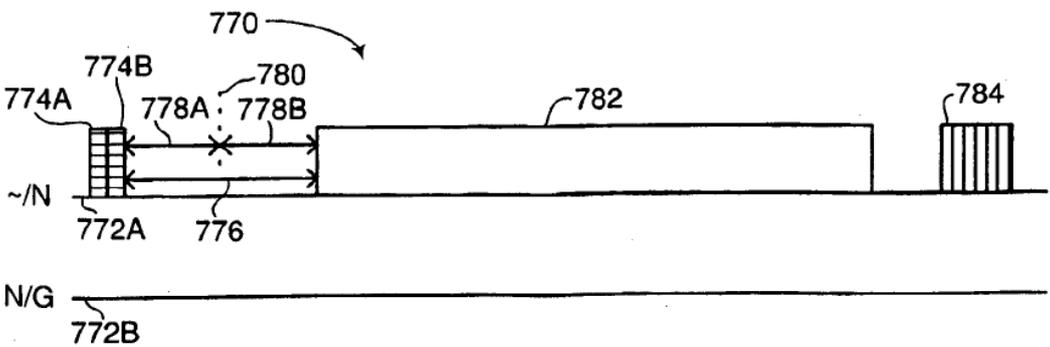


FIG. 7D

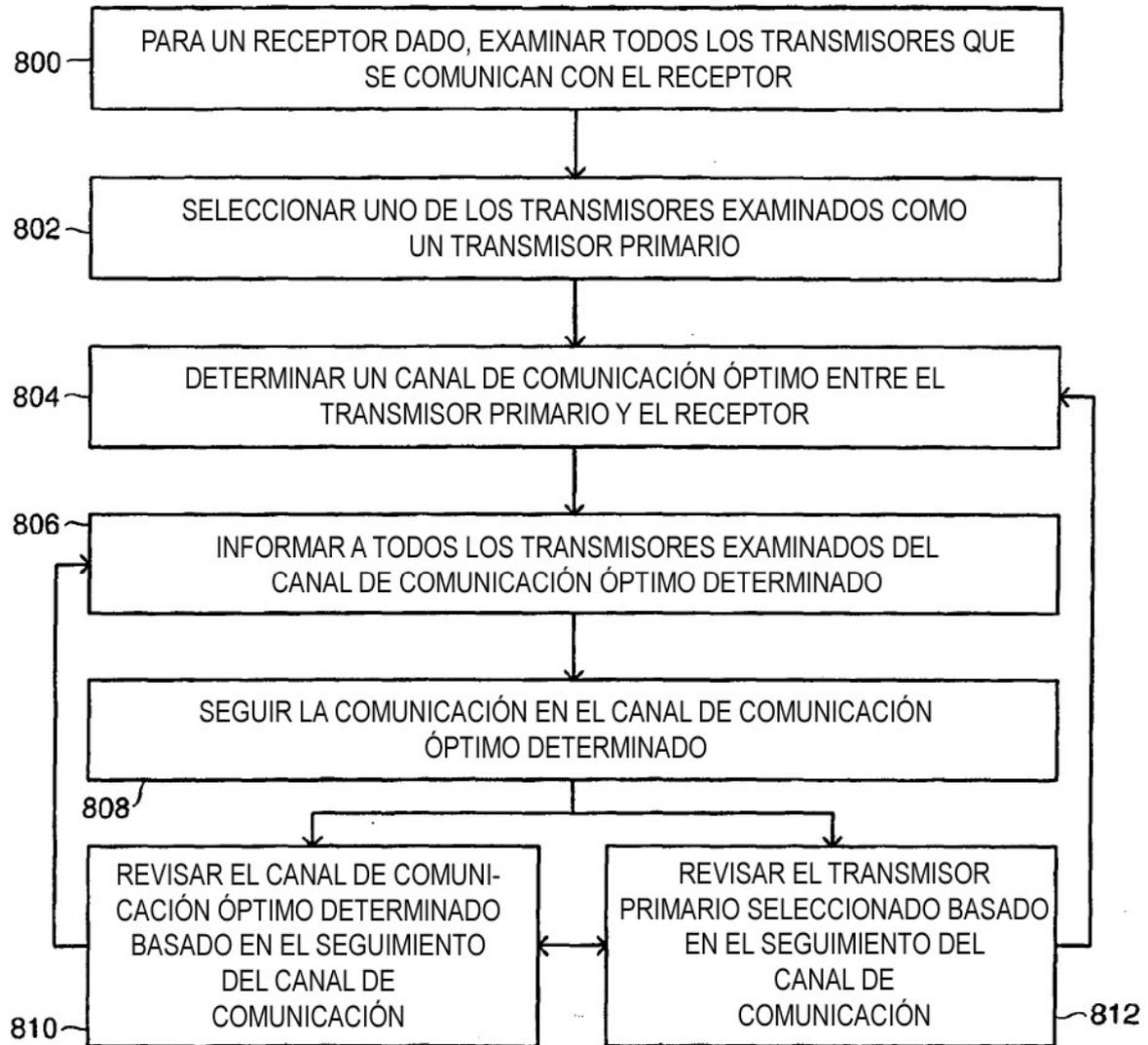


FIG. 7E