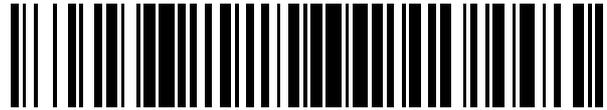


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 420 993**

51 Int. Cl.:

H04B 3/54 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2006 E 10182010 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 2309656**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la comunicación por línea de potencia**

30 Prioridad:

12.10.2005 JP 2005297529

18.04.2006 JP 2006114191

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

28.08.2013

73 Titular/es:

PANASONIC CORPORATION (100.0%)
1006, Oaza Kadoma Kadoma-shi
Osaka 571-8501, JP

72 Inventor/es:

KOGA, HISAO y
KODAMA, NOBUTAKA

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 420 993 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 para la comunicación por línea de potencia.

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un aparato de comunicación, un circuito integrado y un método de comunicación que son capaces de detectar fácilmente señales salidas de otros aparatos de comunicación, que usan diferentes métodos de comunicación y están conectados a una línea de transmisión común, evitando al mismo tiempo la interferencia entre señales sin realizar modulación relativamente engorrosa y otros procesos.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El documento US 2004/0208139 A1 se refiere a la gestión de portadoras para una red. En un sistema de comunicación por línea de potencia OFDM-TDMA, el intervalo de tiempo y las frecuencias de portadora son asignados de modo que se reasignen los intervalos de tiempo y las frecuencias de portadora para mejorar la eficiencia de utilización de la anchura de banda. Las reasignaciones son comunicadas entre estaciones transmisoras y receptoras transmitiendo mapas de tono que designan la reasignación de los intervalos de tiempo y las portadoras. Se presentan varias variaciones dependiendo de las circunstancias de uso de canal y la anterior asignación de intervalos de tiempo y canales.

De acuerdo con el documento EP 1357718 A2, un transmisor OFDM (multiplexor por división de frecuencia ortogonal) convierte un flujo de datos en serie en datos en paralelo, y segmenta los datos en paralelo en una pluralidad de bloques; inserta datos de referencia en cada uno de los bloques segmentados; la transformada rápida de Fourier inversa transforma los respectivos bloques para producir señales de dominio temporal; y determina factores de fase para las señales de dominio temporal, para reducir una relación de potencia de cresta a potencia media (PAPR).

Con el reciente desarrollo de la tecnología de la comunicación, está concitando atención la PLC (comunicación por línea de potencia). PLC es una tecnología que realiza comunicaciones multiportadora entre una pluralidad de aparatos terminales, usando líneas de potencia instaladas en interiores como líneas de transmisión, y utiliza un sistema OFDM (multiplexión por división de frecuencia ortogonal) (por ejemplo, la Publicación de Patente japonesa 2000-165304). OFDM es un método de modulación para transmisión de datos multiportadora, por el que se transmite una pluralidad de portadoras en forma multiplex en un eje de frecuencia. OFDM usa FFT (transformada Fourier rápida) o DWT (transformada Wavelet discreta) para estrechar intervalos de frecuencia de multiportadoras y para espaciar estrechamente una pluralidad de portadoras de tal forma que se solapen parcialmente, pero sin interferir una con otra. OFDM permite así la transmisión de banda ancha usando eficientemente un espectro de frecuencia estrecho.

Para comunicaciones multiportadora, tal como comunicaciones por línea de potencia, se ha propuesto una tecnología para suprimir la interferencia de tal manera que un vector de fases aplane los niveles de forma de onda de tiempo para evitar la aparición de picos significativos. En esta tecnología, cuando una forma de onda de tiempo no tiene ningún pico significativo, la fase de cada subportadora es rotada usando el vector de fases por defecto. Sin embargo, cuando se detecta un pico significativo, el vector de fases se cambia hasta que se halla un vector de fases que no genera forma de onda pico, y la fase de cada subportadora se rota así según el vector de fases cambiado (Denis J. G. Mestdagh y Paul M. P. Spruyt, "A Method to Reduce the Probability of Clipping in DMT-Based Transceivers", IEEE Transactions on Communications, Vol.44, número 10, pp.1234-1238, 1996). Dicha tecnología para suprimir picos es esencial para reducir la dificultad de diseño de un amplificador de potencia para comunicaciones multiportadora.

Generalmente, cuando se usan las especificaciones del mismo método de comunicación, las especificaciones de los aparatos de comunicación conectados a cada red son generalmente comunes incluso para un caso donde diferentes redes lógicas están formadas usando una red clave, o análogos. De esta forma, los aparatos de comunicación pueden detectar señales (detección de portadora) transmitidas entre diferentes redes, en un nivel de capa física de los aparatos de comunicación, y es posible evitar interferencia entre señales usando CSMA (acceso múltiple por detección de portadora), permitiendo así la comunicación suave incluso con redes diferentes situadas relativamente cerca.

Sin embargo, los diferentes fabricantes pueden usar especificaciones diferentes para un método de comunicación tal como un protocolo de comunicación, un esquema de modulación y una banda de frecuencia. Es altamente probable que dicha tecnología de comunicación se utilice en un entorno donde una pluralidad de tipos de métodos de comunicación están mezclados en la misma posición. Por ejemplo, los usuarios (usuarios de aparatos de comunicación) en edificios colectivos, como un bloque de apartamentos o pisos, no utilizan necesariamente aparatos de comunicación (por ejemplo, módems) del mismo fabricante. En este caso, una pluralidad de tipos de aparatos de

comunicación fabricados independientemente por una pluralidad de fabricantes pueden estar conectados simultáneamente a una línea de potencia común.

5 Cuando una pluralidad de tipos de aparatos de comunicación están conectados a la línea de potencia común, un aparato de comunicación no puede demodular una señal transmitida de un aparato de comunicación diferente usando un tipo diferente de método de comunicación. Por lo tanto, tal señal es reconocida simplemente como ruido. Consiguientemente, aunque la pluralidad de tipos de aparatos de comunicación usen la misma banda de frecuencia, incluso la existencia de otros aparatos de comunicación no es reconocida. Esto produce interferencia entre señales transmitidas desde la pluralidad de tipos de aparatos de comunicación, produciendo por ello errores de comunicación. En otros términos, la pluralidad de tipos de aparatos de comunicación a veces no puede coexistir en la línea de potencia común.

15 Por otra parte, cuando cada aparato de comunicación se prepara para realizar modulación, las señales transmitidas de otros aparatos de comunicación pueden ser diferenciadas. Sin embargo, los procesos de modulación realizados para permitir que la pluralidad de tipos de aparatos de comunicación coexistan, tienen el efecto adverso de incrementar la carga de trabajo.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

20 Un objeto de las realizaciones descritas a continuación es proporcionar un aparato de comunicación, un circuito integrado y un método de comunicación que son capaces de detectar fácilmente señales salidas de otros aparatos de comunicación, incluso cuando una pluralidad de tipos de aparatos de comunicación que usan diferentes métodos de comunicación están conectados a una línea de transmisión común, sin realizar modulación relativamente engorrosa y otros procesos.

25 Un primer aparato de comunicación de línea de potencia de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1.

30 Un método de comunicación de acuerdo con la presente invención se define la reivindicación 5.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 La figura 1 es una vista esquemática de configuración de un sistema de comunicación según una primera realización.

La figura 2 (a) es una vista exterior en perspectiva de un lado delantero de un módem.

La figura 2 (b) es una vista exterior en perspectiva de un lado trasero del módem.

40 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de hardware que constituye el módem según la primera realización.

La figura 4 es un diagrama de bloques funcionales de un bloque PLC PHY.

45 La figura 5 representa un formato de señal de una señal OFDM.

La figura 6 representa un espectro de señal de la señal OFDM.

50 La figura 7 (a) es un gráfico de tiempo que emplea división de tiempo.

La figura 7 (b) es un gráfico de tiempo que emplea otro ejemplo de división de tiempo.

La figura 7 (c) es un gráfico de tiempo que emplea división de frecuencia y tiempo.

55 La figura 8 (a) representa un ejemplo de características de atenuación-frecuencia en una línea de potencia.

La figura 8 (b) representa un ejemplo de características de nivel de ruido-frecuencia en la línea de potencia.

60 La figura 9 representa intervalos de tiempo correspondientes a señales de petición transmitidas durante períodos de control.

La figura 10 es un gráfico de tiempo que ilustra el intercambio de señales de control entre módems.

La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de hardware que constituye un módem según una segunda realización.

5 La figura 12 (a) es un gráfico de tiempo que emplea división de frecuencia.

La figura 12 (b) es un gráfico de tiempo que emplea división de frecuencia y tiempo.

La figura 13 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems, cuando se transmiten diferentes señales de petición.

10 La figura 14 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de la pluralidad de módems, cuando algunos métodos de comunicación no están en sincronización con señales de sincronización.

15 La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de hardware que constituye un módem según una tercera realización.

La figura 16 es un diagrama de bloques funcionales de un bloque PLC PHY de un CI secundario.

20 La figura 17 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems según la tercera realización.

La figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de detectar una señal de petición.

25 La figura 19 representa intervalos de tiempo correspondientes a señales de petición según una cuarta realización.

La figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de detectar una señal de petición según la cuarta realización.

30 La figura 21 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems según una quinta realización.

Y la figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de modificar un vector de fases según la quinta realización.

35 MEJOR MODO DE LLEVAR A LA PRÁCTICA LA INVENCION

Las realizaciones primera a cuarta se describen a continuación con referencia a las figuras 1 a 22.

40 Primera realización

La primera realización se describe a continuación con referencia a las figuras 1 a 10.

45 La figura 1 es una vista esquemática de configuración del sistema de comunicación 100 según la primera realización. Como se representa en la figura 1, el sistema de comunicación 100 incluye una red que usa líneas de potencia 2 como líneas de transmisión. Las líneas de potencia 2 incluyen: cables de transmisión de potencia del poste de potencia 7, que está dispuesto fuera; un cable de entrada conectado a los cables de transmisión de potencia mediante un transformador 4; y un cableado interior dentro de la residencia 1. Las líneas de potencia 2, que incluyen los cables de transmisión de potencia, están conectadas al panel de distribución de potencia 6 mediante líneas de potencia 2, que incluyen el cable de entrada. Un cable de fibra 8, que está conectado a un ISP (Proveedor de Servicios de Internet/no representado), o análogos, está conectado al panel de distribución de potencia 6 mediante un módem 10C3, que funciona como un aparato de comunicación.

50 Las líneas de potencia 2, que están conectadas al panel de distribución de potencia 6, están conectadas a una pluralidad de tomas 5 instaladas en la residencia 1. Una pluralidad de módems que usan diferentes tipos de métodos de comunicación, están conectados a las tomas 5 mediante enchufes 3 y líneas de potencia 2 (por ejemplo, cables VVF). Las líneas de potencia 2 suministran voltaje CA comercial (por ejemplo, 100V, 60Hz (o 50Hz)) a varios aparatos eléctricos, aunque también se pueden usar valores distintos de 100V, 60Hz. Por ejemplo, en Estados Unidos se usa un voltaje CA de 120V, 60Hz y en China se usa un voltaje CA de 110/220V, 50Hz, etc.

60 Como se representa en la figura 1, los módems 10A1, 10A2 y 10A3 usan un método de comunicación A; los módems 10B1 y 10B2 usan un método de comunicación B; y los módems 10C1, 10C2 y 10C3 usan un método de comunicación C. Todos los módems están instalados en la residencia 1. Varios aparatos eléctricos están conectados a los respectivos módems mediante cables LAN 9. Más específicamente, un interfono 109 está conectado al módem 10A1; y teléfonos con pantalla 107 y 107 están conectados a los módems 10A2 y 10A3. Un aparato de televisión 102

está conectado al módem 10B1; y un servidor 105 está conectado al módem 10B2. Un ordenador personal portátil (a continuación denominado simplemente un PC) 101 está conectado al módem 10C1; y un aparato de televisión 106 está conectado al módem 10C2.

5 En la descripción siguiente, cuando no es necesario distinguir especialmente entre los módems 10A1, 10A2, 10A3, 10B1, 10B2, 10C1, 10C2 y 10C3, todos estos módems se denominan simplemente "módem 10". El módem descrito en la presente realización es un ejemplo de aparato de comunicación 10. También se puede usar cualquier dispositivo que tenga una función de comunicación, distinto de un módem. Por ejemplo, aparatos eléctricos que tienen una función de módem (más específicamente, también se pueden usar varios aparatos eléctricos 101, 102, 103, ... representados en la figura 1).

10 En la memoria descriptiva, la comunicación por línea de potencia usada solamente en casas, por ejemplo, residencias y residencias colectivas, y otras estructuras, por ejemplo, factorías y edificios, se define como "comunicación en casa"; y la comunicación por línea de potencia (incluyendo métodos de comunicación usados en edificios que usan tal comunicación por línea de potencia) usada para cables exteriores de transmisión de potencia y cables de fibra se define como "comunicación de acceso". A continuación, un sistema de comunicación por comunicación en casa se denomina simplemente un "sistema en casa"; y un sistema de comunicación por comunicación de acceso se denomina simplemente un "sistema de acceso". En la figura 1, un sistema de comunicación incluyendo módems 10A1, 10A2, 10A3, 10B1 y 10B2 pertenece al sistema en casa; y un sistema de comunicación incluyendo módems 10C1, 10C2 y 10C3 pertenece al sistema de acceso.

15 La figura 2 (a) es una vista exterior en perspectiva de un lado delantero del módem; y la figura 2 (b) es una vista exterior en perspectiva de un lado trasero del módem. El módem 10 tiene un chasis 11 representado en la figura 2. Unas pantallas 16, tal como LED (diodos fotoemisores), están dispuestas en la parte delantera del chasis 11. El conector de potencia 12, jack modular de LAN (red de área local) 13, tal como RJ 45 y subconector D 15 están dispuestos en la parte trasera del chasis 11. Líneas de potencia 2, tal como un cable paralelo, están conectadas al conector de potencia 12. El cable LAN 9 está conectado a un jack modular 13. Un cable secundario D (no representado) está conectado al subconector D 15.

20 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de hardware que constituye el módem 10 según la primera realización. Como se representa en la figura 3, el módem 10 incluye un módulo de circuito 20 y un regulador de conmutación 50. El regulador de conmutación 50 alimenta varios niveles de voltaje (por ejemplo, +1,2V, +3,3V, +12V) al módulo de circuito 20. El módulo de circuito 20 incluye un CI (circuito integrado) principal 22, CI AFE (CI de extremo delantero analógico) 23, filtro de paso de banda 25, CI de activación 26, acoplador 27, filtro de paso de banda 29, CI AMP (amplificador) 30, filtro de paso de banda 31, CI ADC (convertidor AD) 32, memoria 33 y CI PHY Ethernet 12. El conector de potencia 12 está conectado a las líneas de potencia 2 mediante el enchufe 3 y la toma 5.

25 El CI principal 22 incluye: CPU (unidad central de proceso) 22A, bloque PLC MAC (capa de control de acceso al medio para comunicación por línea de potencia) 22C y bloque PLC PHY (capa física de comunicación por línea de potencia) 22B. La CPU 22A está equipada con un procesador RISC de 32 bits (ordenador de conjuntos de instrucciones reducidas). El bloque PLC MAC 22C controla una capa MAC; y el bloque PLC PHY 22B controla una capa PHY. CI AFE 23 incluye un convertidor DA (DAC) 23A, amplificadores de ganancia variable (VGAs) 23B y 23C, y convertidor AD (ADC) 23D. El acoplador 27 incluye transformador de bobina 27A, y condensadores de acoplamiento 27B y 27C.

30 El módulo de circuito 20 incluye además un CI secundario 42, CI AFE 43, filtro de paso de banda 45, CI de activación 46 y filtro de paso de banda 49. El CI secundario 42 incluye el bloque PLC MAC 42C y el bloque PLC PHY 42B. CI AFE 43 incluye un convertidor DA (DAC) 43A, amplificadores de ganancia variable (VGAs) 43B y 43C y convertidor AD (ADC) 43D.

35 El CI principal 22, con un módem general, es un circuito eléctrico (LSI) que realiza procesado de señales incluyendo control básico y modulación/demodulación para comunicación de datos. En otros términos, el CI principal 22 modula datos recibidos, que son enviados desde un terminal de comunicación, tal como un PC, y los envía como una señal transmitida (datos) a CI AFE 23. El CI principal 22 también demodula datos transmitidos, que son introducidos mediante CI AFE 23 de líneas de potencia 2, y los envía como una señal recibida (datos) a un aparato de comunicación tal como un PC. El CI principal 22 también envía una señal predeterminada de petición de comunicación al CI secundario 42 antes de la comunicación de datos, con el fin de comprobar si las líneas de potencia 2 pueden ser usadas.

40 El CI de activación 26 funciona como un interruptor que bloquea/pasa señales transmitidas y recibidas entre el CI principal 22 y las líneas de potencia 2. En otros términos, el CI de activación 26 sirve como una interface entre un circuito de procesado de señales digitales y las líneas de potencia; y la comunicación de datos puede ser controlada conmutando el CI de activación de encendido/apagado 26. El CI de activación 26 puede tomar cualquier forma de configuración, a condición de que tenga capacidades de control para permitir/no permitir la comunicación de datos.

Por ejemplo, el CI de activación 26 puede estar equipado con un interruptor, tal como un interruptor analógico, que permite el control del encendido/apagado por una señal externa.

5 Una primera unidad de salida de señal, una segunda unidad de salida de señal y una unidad de establecimiento de vector de fases se han previsto como el bloque PLC PHY 42B del CI secundario 42 respectivamente. Una unidad de establecimiento de rango de comunicación de datos se ha previsto como el bloque PLC PHY 22B, y filtros de paso de banda 25 y 29. Se ha dispuesto una unidad de comunicación de datos como el bloque PLC PHY 22B y CI AFE 23. El bloque PLC PHY 42B es una muestra de un receptor, un detector de portadora, y un transmisor.

10 La figura 4 es un diagrama de bloques funcionales del bloque PLC PHY 42B del CI secundario 42. En primer lugar, se describe con referencia a la figura 4 un proceso de establecimiento de fase, que usa un transformador wavelet inversa para una modulación de señal multiportadora.

15 El bloque PLC PHY 42B, como se representa en la sección inferior de la figura 4, incluye: mapeador de símbolos 406 que mapea datos transmitidos como datos serie sobre un plano de coordenadas complejas; un convertidor S/P 407 que convierte los datos serie a datos paralelos correspondientes a respectivas subportadoras de una multiportadora; un rotador de fase 408 que rota cada fase de los datos paralelos; transformador de wavelet inversa 410 que realiza modulación de multiportadora realizando transformada wavelet inversa en los datos paralelos de fase rotada; y un controlador 405 que controla los vectores de fases por el rotador de fase 408. El vector de fases es un conjunto de valores que indican fases correspondientes a respectivas señales subportadoras en una señal multiportadora. El vector de fases es el conjunto de valores para aplanar niveles de forma de onda de tiempo para evitar la aparición de picos significativos. Las fases de señal de todas las subportadoras se establecen aleatoriamente, de modo que los niveles de forma de onda de tiempo no produzcan pico. Consiguientemente, cuando la fase de cada señal subportadora es randomizada, los niveles de forma de onda de tiempo son aplanados, de modo que no se produzca ningún pico.

25 El mapeador de símbolos 406 realiza una primera modulación en la que los datos transmitidos en forma de datos de bits son convertidos a datos de símbolos, con un total de $M-1$ subportadoras mapeadas sobre el plano de coordenadas complejas. El convertidor S/P 407 convierte secuencialmente datos serie de entrada (símbolos de transmisión) generados a través de la primera modulación, a introducir secuencialmente, a datos paralelos correspondientes a cada una de las subportadoras en la señal multiportadora. Entonces, el rotador de fase 408 rota las fases de los datos paralelos de entrada. En este caso, una entrada $(2n-1)$ -ésima (n es un entero positivo) es considerada como el componente en fase de los datos complejos, mientras que una entrada $2n$ -ésima es considerada como el componente ortogonal (supóngase que $1 \leq n \leq M/2-1$) de los datos complejos. Los números de subportadoras son considerados como $0 \sim M-1$. Las subportadoras complejas están formadas por pares de subportadoras, y la fase de cada una de las subportadoras se rota. En este ejemplo, el número máximo de datos paralelos (número de subportadoras) a rotar en fase es $M/2-1$. El transformador de wavelet inversa 410 realiza modulación de multiportadora a través de la transformada wavelet inversa de los datos paralelos de fase rotada de cada subportadora, generando las señales transmitidas en la multiportadora. El convertidor S/P puede ser usado antes del mapeador de símbolos.

30 El controlador 405 suministra una señal que controla un vector de fases (a continuación denominado simplemente una "señal de control de vector") al rotador de fase 408, controlando parámetros y cambios del vector de fases. En este ejemplo, el controlador 405 puede incluir un generador de valores aleatorios. El generador de valores aleatorios genera un valor aleatorio usando, por ejemplo, una secuencia PN (pseudoruido) y suministra el valor aleatorio al rotador de fase 408 como una señal de control de vector con el fin de realizar rotación de fase en cada una de sus subportadoras deseadas. Como tales valores aleatorios mencionados anteriormente se generan dos valores, es decir, 0 y Π (o -1). O el controlador 405 puede incluir un designador de desplazamiento cíclico de modo que se genere una señal de control de vector (un valor de desplazamiento de fase) para una operación de desplazamiento cíclico; se suministra la señal de control de vector al rotador de fase 405; y se lleva a cabo la rotación de fase en cada una de las subportadoras a usar para la comunicación.

35 Como se ha descrito anteriormente, dado que las fases son rotadas en base a la secuencia PN, se pueden poner vectores de fases que tengan una correlación de menos tiempo, de modo que las señales primera y segunda puedan ser diferenciadas con más exactitud. En particular, la utilización de una secuencia M como la secuencia PN permite un establecimiento de vectores de fases que tienen autocorrelación coherente (fases coherentes), logrando por ello una diferenciación más exacta. Cualquier secuencia puede ser usada para realizar rotación de fase a condición de que tenga autocorrelación sensible y la correlación mutua es insensible. Por ejemplo, se puede usar secuencia PN, tal como secuencia M y secuencia Gold para realizar la rotación de fase.

60 En lugar de rotar cada una de las subportadoras deseadas cada vez, también es posible preguardar, en un medio tal como una memoria, señales salidas del rotador de fase 408 o del transformador de wavelet inversa 410, y recuperar la señal de la memoria como una señal de datos dada cada vez que se genera una señal de control de vector, con el fin de enviar la señal de control de vector generada como una señal de control de vector. O también es posible

recuperar datos dados cada vez que se cambie un vector de fases, y enviar los datos dados como una señal de control de vector.

5 Lo siguiente describe un proceso de re-rotación de fase, que usa la transformada de wavelet para modular la señal multiportadora. El bloque PLC PHY 42B, como se ha indicado en la sección superior de la figura 4, incluye además: un transformador de wavelet 401 que realiza demodulación de multiportadora a través de la transformada de wavelet de una señal recibida; un rotador de fase 402 que rota fases de datos paralelos correspondientes a cada una de las subportadoras moduladas; y un convertidor P/S 403 que convierte los datos paralelos correspondientes a cada una de las subportadoras de fase rotada a datos serie.

10 El transformador de wavelet 401 demodula la señal multiportadora a través de la transformada de wavelet de la señal recibida, y genera datos paralelos correspondientes a cada una de las subportadoras en la multiportadora. El rotador de fase 402 re-rotota los datos paralelos rotando individualmente las fases de los datos paralelos de entrada. Entonces, el convertidor P/S 403 convierte los datos paralelos de entrada, de los que cada paquete corresponde a cada una de las subportadoras en la multiportadora, a datos serie con el fin de obtener los datos recibidos. Cambiar el orden del rotador de fase 402 y el convertidor P/S 403 no origina dificultades operativas.

15 El controlador 405 controla parámetros y cambios de un vector de fases suministrando una señal de control de vector al rotador de fase 402. Como con el proceso de establecimiento de fase antes descrito, el controlador 405 incluye un generador de valores aleatorios, que genera un valor aleatorio usando la secuencia PN (Pseudoruido), por ejemplo, y suministra el valor aleatorio generado como una señal de control de vector al rotador de fase 402, con el fin de rotar cada una de las subportadoras deseadas. Como tales valores aleatorios mencionados anteriormente, se generan dos valores, es decir, 0 y π . O el controlador 405 puede incluir un designador de desplazamiento cíclico de modo que se genere una señal de control de vector (un valor de desplazamiento de fase) para una operación de desplazamiento cíclico; la señal de control de vector es suministrada al rotador de fase 402; y se lleva a cabo rotación de fase en cada una de las subportadoras a usar para la comunicación. Consiguientemente, dicha operación de desplazamiento cíclico permite rotar en fase gran número de subportadoras con una carga de trabajo relativamente ligera.

20 En la primera realización se usa una señal OFDM como una señal de datos o una señal de control (descrita más tarde). La figura 5 representa un formato de señal de una señal OFDM. La figura 6 representa un espectro de señal de la señal OFDM. La señal OFDM está configurada de la misma forma que una señal de preámbulo, que se utiliza generalmente para procesos de sincronización y detección de portadora. La señal de preámbulo incluye unos datos predeterminados. Por ejemplo, el controlador 405 introduce, como los datos predeterminados, una serie del mismo valor para cada subportadora (por ejemplo, una señal en forma de 1,1,1, ... para cada subportadora) en el rotador de fase 408; rota cada una de las subportadoras por un vector de fases apropiado; y genera una señal de tiempo a través de transformación de frecuencia-tiempo en el transformador de wavelet inversa 410. Como una señal OFDM real, se usa por ejemplo una señal multitono con una longitud de símbolo de aproximadamente 100 μ s (por ejemplo, 56 ondas).

30 Aunque anteriormente se ha descrito el caso donde un vector de fases es rotado a través de la transformada de wavelet, también se puede usar otros métodos de transformación, tales como una transformada Fourier. Los procesos de establecimiento de fase y re-rotación del bloque PLC PHY 22B son idénticos a los del bloque PLC PHY 42B, y por ello se omiten sus descripciones.

35 La figura 7 (a) es un gráfico de tiempo que emplea división de tiempo; la figura 7 (b) es un gráfico de tiempo que emplea otro ejemplo de división de tiempo; y la figura 7 (c) es un gráfico de tiempo que emplea división de frecuencia y tiempo.

40 En la primera realización, las bandas de frecuencia en las líneas de potencia 2 están divididas, como se representa en la figura 7, en banda de señal de control BW1 y banda de señal de datos BW2. La banda de señal de control BW1 es una banda para transmitir una señal de control. La señal de control es para controlar la comunicación entre módems 10, e incluye una señal de sincronización SS y una señal de petición RS, indicando la señal de sincronización SS un tiempo de sincronización para cada módem 10, y anunciando la señal de petición RS que cada módem 10 empieza la comunicación de datos. La señal de petición RS es un ejemplo de la primera señal; y la señal de sincronización SS es un ejemplo de la segunda señal.

45 La banda de señal de datos BW2 es una banda para transmitir una señal de datos. La señal de datos contiene varia información, tal como imagen vídeo, voz, y datos de texto, que se especifica en la carga de un paquete. Cuando una banda de frecuencia usada para la comunicación por línea de potencia es entre 2 y 30MHz, por ejemplo, se asigna una banda de frecuencia de 2-3MHz como la banda de señal de control BW1; y se asigna una banda de frecuencia de 3-30MHz como la banda de señal de datos BW2. Aunque se puede seleccionar una banda de frecuencia arbitraria como la banda de señal de control BW1, las frecuencias más bajas permiten bajar las frecuencias de muestreo, permitiendo por ello configurar el módem con un circuito simple.

La figura 8 (a) representa un ejemplo de características de atenuación-frecuencia en la línea de potencia; y la figura 8 (b) representa un ejemplo de características de nivel de ruido-frecuencia en la línea de potencia. Como se representa en la figura 8 (a), la atenuación de señal es alta en la banda de frecuencia de 2-3MHz, dando lugar a un nivel de ruido más alto como se representa en la figura 8 (b). Para lograr transmisión de alta velocidad, es preferible que la comunicación use una banda de frecuencia lo más amplia posible. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, un nivel de ruido incrementa concomitantemente con un nivel de atenuación en la banda de frecuencia de 2-3MHz, y así disminuye la S/N (relación de señal a ruido), haciendo por ello solamente una contribución limitada a la transmisión de alta velocidad. Por lo tanto, la reducción de velocidad de transmisión se puede mantener al mínimo asignando la banda de frecuencia de 2-3MHz exclusivamente a negociaciones como banda de señal de control BW1. Esto también permite el uso de una banda de frecuencia relativamente más alta para transmisión de datos, mejorando por ello su eficiencia de transmisión de datos.

Lo siguiente describe una operación de control específica realizada por el bloque PLC PHY 42B del CI secundario 42 representado en la figura 3, permitiendo la operación de control que coexista una pluralidad de módems 10 en las líneas de potencia comunes 2.

En la primera realización se usan dos o más tipos diferentes de vectores de fases, que usan las mismas especificaciones (por ejemplo, una frecuencia de muestreo y longitud de símbolo) de una señal de control, como una señal de control común a una pluralidad de tipos de módems 10. Por ejemplo, varios tipos de vectores de fases, tales como un vector de fases usado exclusivamente para una señal de sincronización SS y un vector de fases usado exclusivamente para una señal de petición RS, se usan cuando sea necesario, con el fin de controlar múltiples tipos de módems.

Más específicamente, el bloque PLC PHY 42B del CI secundario 42 transmite una señal predeterminada al CI de activación 26, de modo que el CI de activación 26 bloquee la comunicación de datos en el CI principal 22. Cuando el CI de activación 26 se apaga, el bloque PLC PHY 42B envía una señal de sincronización SS mediante CI AFE 43, el filtro de paso de banda 45 y el CI de activación 46. La señal de sincronización SS es superpuesta a la potencia CA por el acoplador 27, y enviada a las líneas de potencia 2 mediante el conector de potencia 12, el enchufe 3 y la toma 5. Se enviará una señal de sincronización SS durante cada período predeterminado de tiempo; y el bloque PLC PHY 42B envía repetidas veces una señal de sincronización SS en cada ciclo predeterminado.

Como se representa en la figura 7 (a), el bloque PLC PHY 42B del módem 10B1 (véase la figura 1), que usa el método de comunicación B, envía una señal de sincronización SS en los tiempos t_1 , t_9 , t_{11} , t_{20} , t_{30} , Como se ha descrito previamente, dado que se usan dos o más tipos de vectores de fases, cada módem 10 guarda, en su memoria predeterminada (no representada), datos (dos valores, es decir, 0 y Π para cada subportadora) relacionados con vectores de fases de una señal de control, tal como una señal de sincronización SS y una señal de petición RS. Por lo tanto, el bloque PLC PHY 42B de cada módem 10 recupera, de su memoria, datos relacionados con los vectores de fases, y detecta una señal de sincronización SS después de ejecutar el proceso de re-rotación de fase antes descrito en el rotador de fase 402 y el controlador 405. Detectando una señal de sincronización SS, cada módem 10 pone períodos de control T1, T2, T3, T4, ..., cada uno de los cuales define un ciclo predeterminado (por ejemplo, orden ms) como un ciclo. Un período para transmitir una señal de control, como se ha descrito anteriormente, se denomina "período de control Tc".

La figura 9 representa intervalos de tiempo correspondientes a señales de petición transmitidas durante el período de control Tc. El bloque PLC PHY 42B de cada módem 10 está configurado para enviar una señal de petición RS después de transcurrir un período correspondiente a su propio método de comunicación en base a donde se detectó una señal de sincronización SS. El rotador de fase 408 y el controlador 405 ejecutan el proceso de establecimiento de fase antes descrito, de modo que el vector de fases de la señal de petición RS es diferente del de la señal de sincronización SS.

Como se representa en la figura 9, por ejemplo, se supone que el módem 10B1 envía una señal de sincronización SS entre los tiempos t_1 y t_2 . En este caso, cada módem 10A1, 10A2 y 10A3, que usa el método de comunicación A, envía una señal de petición RS después de haber transcurrido el tiempo desde los tiempos t_1 a t_2 . Los módems 10B1 y 10B2, que usan el método de comunicación B, envían una señal de petición RS después de transcurrir el tiempo desde los tiempos t_1 a t_3 . Los módems 90C1 y 10C2, que usan el método de comunicación C, envían una señal de petición RS después de haber transcurrido el tiempo desde los tiempos t_1 a t_4 . En otros términos, los intervalos de tiempo T12, T13, T14, T18, que corresponden a los métodos de comunicación A, B, C, ..., se ponen durante el período de control Tc. Un período puesto para cada intervalo de tiempo no tiene que ser a intervalos iguales.

Cada módem 10 guarda en su memoria predeterminada datos relacionados con el vector de fases de una señal de petición RS. Por lo tanto, como en el caso de una señal de sincronización SS, cada módem 10 recupera, de su memoria, datos relacionados con el vector de fases, y detecta la señal de petición RS después de ejecutar el

proceso de re-rotación de fase en el rotador de fase 402 y el controlador 405. La señal de petición RS, como se ha descrito previamente, es puesta por el rotador de fase 408 de modo que su vector de fases sea diferente del de la señal de sincronización SS. Por lo tanto, cada módem 10 puede diferenciar la señal de petición RS de la señal de sincronización SS en base a las diferencias de sus vectores de fases.

5 Cuando se usa el mismo vector de fases para una señal de sincronización SS y una señal de petición RS, y cuando se lleva a cabo una detección de portadora usando señales enviadas desde el transformador de wavelet 401, por ejemplo, usando correlaciones entre portadoras y una distribución de valores de correlación en un dominio de frecuencia, se pueden recibir ambas señales, haciendo por ello imposible decir si se ha transmitido la señal de sincronización SS o la señal de petición RS. Sin embargo, el aparato de comunicación de línea de potencia opera el controlador 405 para realizar una detección de portadora usando el vector de fases usado para la señal de sincronización SS, así como realizar una detección de portadora usando el vector de fases usado para la señal de petición RS. De esta manera, se usan dos vectores de fases diferentes para dos señales diferentes, y así resulta imposible realizar simultáneamente detecciones de portadora para una pluralidad de señales en un dominio de frecuencia. Esto permite la diferenciación entre la señal de sincronización SS y la señal de petición RS, que permite que cada módem 10 reconozca qué significa una señal de control.

20 Cada módem 10 guarda, en su módem predeterminado (no representado en la figura), datos relacionados con una correlación entre un intervalo de tiempo y un método de comunicación. En base a la correlación es posible detectar en qué intervalo de tiempo durante un período de control T_c se envía una señal de petición RS, y así conocer el número de métodos de comunicación (a saber, el número de tipos de métodos de comunicación) de los módems que han anunciado la iniciación de la transmisión de datos.

25 Como se ha descrito anteriormente, dado que cada señal de petición RS es enviada en su intervalo de tiempo correspondiente T_{12} , T_{13} , T_{18} , se puede evitar la interferencia entre señales de petición RS. Como resultado, cada módem 10 puede detectar fiablemente señales de petición RS enviadas desde otros módems 10. Cuando una correlación entre un intervalo de tiempo y un método de comunicación está predeterminada, el orden de enviar una señal de petición RS no está limitado a $A \rightarrow B \rightarrow C \dots$, sino que se puede cambiar según sea necesario. Los intervalos de tiempo T_{12} , T_{13} , T_{18} no tienen que ser a intervalos iguales.

30 Además, cuando una señal de control es enviada a cada uno de los intervalos de tiempo durante el período de control T_c , es posible cualquier significado funcional para cada intervalo. Por ejemplo, es posible utilizar un intervalo de tiempo específico durante el período de control T_c (por ejemplo, el intervalo de tiempo T_{18}) como un intervalo de tiempo especial para permitir que coexista una pluralidad de módems empleando división de frecuencia.

35 Lo siguiente describe un ejemplo de una operación específica realizada por el módem 10 según la primera realización con referencia a las figuras 1, 3, 7 (a), 9 y 10. La figura 10 representa un gráfico de temporización que ilustra el intercambio de señales de control entre módems 10. En este ejemplo, el módem 10B1, que usa el método de comunicación B, envía señales de sincronización. Se ofrecen descripciones de la transmisión de señales de control desde los módems 10A1, 10B1 y 10C1 solamente, para facilitar la comprensión de la realización.

40 Como se representa en las figuras 7 (a), 9 y 10, el módem 10B1 envía, a las líneas de potencia 2, señales de sincronización SS en el tiempo t_1 . El bloque PLC PHY 42B de cada módem 10 supervisa el estado de todos los intervalos de tiempo, es decir, T_{12} , T_{13} , T_{18} durante el período de control T_c ; por lo tanto, otros módems 10A1 y 10C1 detectan las señales de sincronización SS enviadas desde el módem 10B1. Aquí, se supone que la señal de una imagen vídeo capturada por el interfono 109 (véase la figura 1) es transmitida al módem 10A1 mediante cable LAN 9. El módem 10A1 envía, a las líneas de potencia 2, señales de petición RS en el tiempo t_2 , con el fin de enviar la señal recibida de la imagen vídeo a un teléfono de pantalla 103 (véase la figura 1) mediante el módem 10A2. Otros módems 10B1 y 10C1 detectan las señales de petición RS enviadas desde el módem 10A1. La señal de petición RS y la señal de sincronización SS transmitidas al módem 10A2 no se describen en la figura 10.

50 Los módems 10B1 y 10B2, que usan el método de comunicación B, y los módems 10C1, 10C2 y 10C3, que usan el método de comunicación C, no realizan comunicación de datos entre los tiempos t_3 y t_9 , y por lo tanto no envían ninguna señal de petición RS como se representa en las figuras 7 (a) y 9. Dado que el módem 10A1 supervisa una señal de petición RS en los intervalos de tiempo T_{12} , T_{13} , ..., T_{18} , y no detecta ninguna señal de petición RS, el módem 10A1 realiza comunicación de datos usando todo el período de control T_c siguiente (T_2).

60 Cuando el módem 10B1 envía a las líneas de potencia 2 señales de sincronización SS en el tiempo t_9 , el CI principal 22 del módem 10A1 (véase la figura 3) envía una señal de petición de comunicación al CI secundario 42 (véase la figura 3). Al recibir la señal de petición de comunicación, el CI secundario 42 transmite una señal predeterminada al CI de activación 26, y permite que las señales transmitidas y recibidas pasen. En este estado, el módem 10A1, como se representa en la figura 10, transmite al módem 10A2 una señal de datos DS de la señal vídeo, que ha sido recibida del interfono 109.

Al recibir la señal de datos DS, el módem 10A2 transmite una respuesta de ACK (respuesta de reconocimiento) al módem 10A1. Al recibir ACK, el módem 10A1 transmite una señal de datos siguiente DS. El módem 10A2 transmite la señal de datos recibidos DS al teléfono 103 mediante el cable LAN 9. Como resultado, la imagen vídeo capturada por el interfono 109 es visualizada en la pantalla del teléfono 103. Como se ha descrito previamente, dado que la comunicación de datos se realiza en la banda de señal de datos BW2, la comunicación de datos usando el método de comunicación en casa A se lleva a cabo, como se representa en la figura 7 (a), en la banda de frecuencia de 3-30MHz durante el período de control Tc (T2).

En el tiempo t9, se supone que el usuario opera la TV 102 (véase la figura 1) para reproducir datos en movimiento, que están almacenados en el servidor 105 (véase la figura 1). La TV 102 transmite entonces una señal de pedir los datos en movimiento al módem 10B1 mediante el cable LAN 9. Al recibir la señal, el módem 10B1, como se representa en la figura 7 (a), envía en el tiempo t10 una señal de petición RS a las líneas de potencia 2. Durante el período de control Tc (T2) entre los tiempos t9 y t10, otros módems 10 no envían señal de petición RS. Como resultado, el módem 10B1 no detecta ninguna señal de petición RS de otros módems 10, y por lo tanto realiza comunicación de datos usando todo el periodo de control Tc siguiente (T3). En el tiempo t11, el módem 10B1 envía una señal de sincronización SS, y después transmite una señal de pedir los datos en movimiento al servidor 105 mediante el módem 10B2. Al recibir la señal de petición, el servidor 105 transmite una señal de datos DS de una señal vídeo al módem 10B1, después de lo que la imagen en movimiento almacenada en el servidor 105 aparece en la TV 102. En otros términos, se lleva a cabo comunicación de datos usando el método de comunicación en casa B, como se representa en la figura 7(a), en la banda de frecuencia de 3-30MHz durante el período de control Tc (T3), como en el caso del método de comunicación A.

Se supone a continuación que el PC 101 (véase la figura 1) transmite a un ISP (no representado) una señal de petición, por ejemplo, de datos HTML (Lenguaje de Marcación de Hipertexto). Al recibir la señal de petición del PC 101, y detectar una señal de sincronización SS enviada en el tiempo t11, el módem 10C1 envía una señal de petición RS a las líneas de potencia 2 en el tiempo t14. Dado que otros módems 10 no envían ninguna señal de petición RS, el módem 10C1 realiza comunicación de datos usando todo el período de control Tc siguiente (T4). Después de que el módem 10C1 transmite una señal de petición al módem 10C3, el módem 10C3 pide a un servidor web (world wide web) (no representado) del ISP que envíe los datos HTML mediante el cable de fibra 8 (véase la figura 1). Al recibir los datos HTML, el módem 10C3 envía los datos HTML al PC 101 mediante el módem 10C1, después de lo que los datos HTML son visualizados en el PC 101. En otros términos, se lleva a cabo comunicación de datos usando el método de comunicación de acceso C, como se representa en la figura 7(a), en la banda de frecuencia de 3-30MHz durante el período de control Tc (T4), como en el caso de los métodos de comunicación A y B.

En el tiempo t20, el módem 10B1 envía una señal de sincronización SS. Sin embargo, durante el período de control Tc (T4), ninguno de los módems 10 envía una señal de petición RS. Por lo tanto, no se lleva a cabo comunicación de datos durante el período de control Tc desde el tiempo t30. El módem 10B1 envía una señal de sincronización SS durante cada período de control Tc. Cuando cualquier módem 10 envía una señal de petición RS, uno de los módems 10B1 realiza comunicación de datos usando el período de control Tc siguiente.

Como se ha descrito anteriormente, en la primera realización, se usan diferentes vectores de fases para una señal de sincronización SS y una señal de petición RS. Por lo tanto, cada módem 10 puede detectar fácilmente una señal de petición RS enviada desde otro módem 10 en base a una señal de sincronización SS sin realizar modulación relativamente engorrosa y otros procesos. Esto permite que coexistan fácilmente múltiples tipos de módems 10 que usen diferentes métodos de comunicación en las líneas de potencia comunes 2. En particular, para comunicación por línea de potencia que tiene una gran cantidad de ruido correlacional en el eje de tiempo, cada aparato de comunicación puede realizar comunicación de datos evitando al mismo tiempo la interferencia entre señales.

En la primera realización antes descrita, se describe el caso donde el número de intervalos de tiempo es 8 como se representa en la figura 9. Sin embargo, el número no tiene que ser 8, y puede ser arbitrario a condición de que sea 2 o más. Además, se describe el caso donde cada intervalo de tiempo está preasignado a su método de comunicación correspondiente. Sin embargo, una correlación correspondiente no tiene que estar predeterminada. Cuando se instala de nuevo un módem en la red, por ejemplo, es posible supervisar el estado de salida de una señal de petición RS; y cuando se detecta un intervalo de tiempo vacío (por ejemplo, cuando se detecta un intervalo de tiempo en el que no envía ninguna señal de petición RS durante un período predeterminado), se puede usar el intervalo de tiempo detectado.

En la primera realización antes descrita, se ha descrito un caso donde la comunicación de datos se realiza usando un método de comunicación durante un período de control Tc. Sin embargo, la comunicación de datos también puede ser realizada usando una pluralidad de métodos de comunicación durante un período de control Tc.

Con referencia a la figura 7 (b), se describe el caso donde la comunicación de datos se lleva a cabo empleando división de tiempo, usando una pluralidad de métodos de comunicación durante un período de control Tc. Las operaciones entre los tiempos t1 y t11 en la figura 7 (b) son idénticas a las descritas en la figura 7 (a), y por ello se

omiten sus descripciones. El módem 10A1 envía una señal de petición RS en el tiempo t12; y el módem 10B1 envía una señal de petición RS en el tiempo t13. Cada módem 10 detecta, a partir de la señal de petición RS detectada durante un período de control Tc, el número de métodos de comunicación de módems 10 que realizan comunicación de datos. Más específicamente, los módems 10A1 y 10B1 detectan la señal de petición RS en el intervalo de tiempo

5 T12 correspondiente al método de comunicación A (véase la figura 9), y la señal de petición RS en el intervalo de tiempo T13 correspondiente al método de comunicación B. Por otra parte, los módems 10A1 y 10B1 no detectan ninguna señal de petición RS en otros intervalos de tiempo T14, T15, T18. Como resultado, los módems 10A1 y 10B1 detectan que el número de métodos de comunicación es dos, es decir, los métodos de comunicación A y B.

10 PLC PHY 22B de cada módem 10 divide, en base al número de métodos de comunicación, dominios de tiempo durante el período de control Tc para comunicación de datos. En este ejemplo, el orden de los dominios de tiempo divididos se pone como los métodos de comunicación A → B. Consiguientemente, PLC PHY 22B del módem 10A1 pone su dominio de tiempo de modo que su comunicación de datos se realice entre los tiempos t20 y t21. Por otra parte, PLC PHY 22B del módem 10B1 pone su dominio de tiempo de modo que su comunicación de datos se realice

15 entre los tiempos t21 y t30. Como resultado, la comunicación de datos usando el método de comunicación A y la comunicación de datos usando el método de comunicación B se realizan en base a división de tiempo durante el período de control Tc (T4) como se representa en la figura 7 (b).

20 Lo siguiente describe, con referencia a la figura 7 (c), un caso donde la comunicación de datos se realiza empleando división de frecuencia, usando una pluralidad de métodos de comunicación durante un período de control Tc. En la figura 7 (c), las operaciones entre los tiempos t1 y t11 son idénticas a las descritas en la figura 7 (a), y por ello se omiten sus descripciones. El módem 10B1 envía una señal de petición RS en el tiempo t13; y el módem 10C1 envía una señal de petición RS en el tiempo t14. Por otra parte, durante el período de control Tc (T4), otros módems 10 no envían ninguna señal de petición RS. Como resultado, los módems 10B1 y 10C1 detectan que el número de

25 métodos de comunicación es dos, es decir, métodos de comunicación B y C.

30 PLC PHY 228 de cada módem 10 divide, en base al número de métodos de comunicación, los dominios de frecuencia durante el período de control Tc para comunicación de datos. En este ejemplo, el sistema en casa se pone a una banda de frecuencia alta dentro de la banda de comunicación de datos BW2; y el sistema de acceso se pone a una banda de frecuencia baja dentro de la banda de comunicación de datos BW2. Como resultado, PLC PHY 22B del módem 10B1 pone su dominio de frecuencia de modo que su comunicación de datos se realice en la banda de frecuencia alta dentro de la banda de comunicación de datos BW2 mediante filtros de paso de banda 25 y 29. PLC PHY 22B del módem 10C1, por otra parte, pone su dominio de frecuencia de modo que su comunicación de datos se realice en la banda de frecuencia baja dentro de la banda de comunicación de datos BW2 mediante filtros de paso de banda 25 y 29. Como resultado, la comunicación de datos a través del método de comunicación B y la comunicación de datos a través del método de comunicación C se realizan en base a división de frecuencia durante el período de control Tc (T4) como se representa en la figura 7 (c). Como en un sistema tal como el sistema de acceso que tiene una línea de transmisión larga, los componentes en una banda de frecuencia alta tienen atenuación relativamente alta. Por lo tanto, todo el espectro de frecuencia puede ser usado más eficientemente

40 asignando el sistema de acceso a una banda de frecuencia baja.

Como se ha descrito previamente, al menos uno de un dominio de tiempo y un dominio de frecuencia para comunicación de datos se pone en base al número de métodos de comunicación, y la comunicación de datos se realiza usando el dominio establecido. Por lo tanto, cada módem 10 puede realizar comunicación de datos evitando al mismo tiempo la interferencia entre señales de datos.

45

Segunda realización

50 La segunda realización se describe a continuación con referencia a las figuras 1, 2, y 11 a 14.

El sistema de comunicación 100 según la segunda realización es idéntico al descrito en la primera realización, y por ello se omiten sus descripciones. El aparato de comunicación según la segunda realización es el mismo módem 10 descrito en la primera realización, y por ello se omite su descripción.

55 La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de hardware que constituye el módem 10 según la segunda realización. El módem 10, como se representa en la figura 11, carece de CI secundario 42, que se describe en la figura 3. El módem 10, como se representa en la figura 11, también carece de CI AFE 43, filtros de paso de banda 45 y 49, y el CI de activación 46 (a continuación estos se denominan "circuito AFE" que se han descrito en la figura 3). En otros términos, el módem 10 tiene los mismos componentes que los descritos en la primera realización a excepción del CI secundario suprimido 42 y el circuito AFE, y por ello se omiten sus descripciones. El CI principal 22 de la figura 11 también tiene la función del CI secundario 42 de la figura 3. Por lo tanto el, bloque PLC PHY 22B del CI principal 22 tiene los respectivos componentes descritos en la figura 4, y por ello se omiten sus descripciones.

60

Lo siguiente describe un ejemplo de una operación específica del módem 10 según la segunda realización con referencia a las figuras 11 y 12. La figura 12 (a) es un gráfico de tiempo que emplea división de frecuencia; y la figura 12 (b) es un gráfico de tiempo que emplea divisiones de frecuencia y tiempo.

5 En primer lugar, se describe un ejemplo de operación representado en la figura 12 (a). En este ejemplo, la operación es diferente de la descrita en la primera realización. Se usa la misma banda de frecuencia que la banda de frecuencia compartida BW1, BW2 para transmitir una señal de control y realizar comunicación de datos. Cuando la banda de frecuencia para realizar comunicación por línea de potencia se pone entre 2 y 30MHz, por ejemplo, la banda de frecuencia compartida BW1, BW2 se pone entre 2 y 30MHz. La banda de frecuencia
10 compartida BW1, BW2 se puede cambiar a diferencia de la banda de frecuencia para uso.

En el tiempo t41, el bloque PLC PHY 22B del módem 10B1 envía una señal de sincronización SS a las líneas de potencia 2 mediante el filtro de paso de banda 25, poniéndose la señal de sincronización SS en la banda de frecuencia compartida BW1, BW2. En el tiempo t42, el bloque PLC PHY 22B del módem 10A1 envía una señal de petición RS usando el filtro de paso de banda 25, como con la señal de sincronización SS, poniéndose la señal de petición RS en la banda de frecuencia compartida BW1, BW2. En el tiempo t43, el bloque PLC PHY 22B del módem 10B1, como con el módem 10A1, envía una señal de petición RS, que se pone a la banda de frecuencia compartida BW1, BW2.
15

20 En la segunda realización, como con la primera realización, un período entre dos señales de sincronización adyacentes SS se pone como un ciclo. Como se representa en la figura 12, sin embargo, un ciclo se divide en un período de control Tc (T21) y su período de datos Td siguiente. En otros términos, una señal de control y una señal de datos son divididas en el tiempo, a diferencia de la primera realización. Además, como se representa en el ejemplo representado en la figura 12 (a), el período de datos Td se divide en el tiempo en una pluralidad de períodos de datos T22, T23, T24.
25

Más específicamente, el módem 10A1 realiza comunicación de datos entre los tiempos t49 y t50 en la banda de frecuencia compartida BW1, BW2 durante el primer período de datos T22; y el módem 10B1 realiza comunicación de datos entre los tiempos t50 y t51 en la banda de frecuencia compartida BW1, BW2. El módem 10A1 realiza comunicación de datos entre los tiempos t51 y t52 durante el segundo período de datos T23; y el módem 10B1 realiza comunicación de datos entre los tiempos t52 y t53. El módem 10A1 realiza comunicación de datos entre los tiempos t53 y t54 durante el tercer período de datos T24; y el módem 10B1 realiza comunicación de datos entre los tiempos t54 y t55.
30

35 Como se ha descrito anteriormente, en la segunda realización, se usa la misma banda de frecuencia para transmitir una señal de control y para realizar comunicación de datos. Por lo tanto, como se describe en la figura 3 de la primera realización, el CI secundario 42 y los circuitos AFE se pueden omitir. Esta configuración hace posible evitar una modificación del circuito a gran escala de modo que múltiples módems 10 puedan coexistir en las líneas de potencia comunes 2.
40

Aunque se ha descrito la división de tiempo en la segunda realización antes descrita, también se puede emplear división de frecuencia. La división de tiempo y la división de frecuencia también se pueden combinar. A continuación se describe con referencia a la figura 12 (b) un caso donde se combinan división de tiempo y de frecuencia.
45

Por ejemplo, cuando cada módem 10 detecta una señal de petición RS procedente de solamente el sistema en casa durante el período de control Tc, la comunicación de datos se realiza usando división de tiempo entre diferentes métodos de comunicación como en la figura 12 (a). A continuación, como se representa en la figura 12 (b), cuando cada módem 10 detecta los métodos de comunicación A, B y C, a saber, señales de petición RS de ambos sistemas en casa y de acceso, los métodos de comunicación en casa A y B realizan comunicación de datos empleando división de tiempo; y el método de comunicación de acceso C realiza comunicación de datos empleando división de frecuencia. En este caso, los módems 10A1 y 10B1 que usan el sistema en casa, realizan comunicación de datos estrechando la banda de frecuencia de 2-30MHz usada para transmitir señales de control, por ejemplo, a la banda de frecuencia de 3-30MHz de modo que se pueda lograr comunicación de datos en dicha banda de frecuencia estrechada. Por otra parte, el módem 10C1 que usa el sistema de acceso, realiza comunicación de datos en la banda de frecuencia vacía de 2-3MHz. En este caso, dado que se usan diferentes bandas de frecuencia para transmitir señales de control y señales de datos DS, cada módem 10 puede tener la configuración de hardware descrita en la figura 3.
50
55

Además, la figura 12 (b) es un mero ejemplo de una combinación de división de tiempo y división de frecuencia, y también se puede usar una combinación diferente. Por ejemplo, cuando hay una pluralidad de métodos de comunicación usando el sistema de acceso, la comunicación de datos puede ser realizada usando división de tiempo entre los métodos de comunicación que usan el sistema de acceso. También es posible utilizar división de tiempo como un método de acceso múltiple para los sistemas en casa y de acceso, mientras se usa división de frecuencia dentro de cada uno de los sistemas en casa y de acceso. Además, es posible determinar si usar
60

división de tiempo o división de frecuencia como su método de comunicación en base a qué intervalo de tiempo se haya de usar.

Además, en la segunda realización antes descrita, se describe el caso donde todas las señales de control son transmitidas en la misma banda de frecuencia. Sin embargo, también es posible utilizar diferentes bandas de frecuencia para transmitir diferentes señales de control. La figura 13 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems 10, cuando se transmiten señales de petición diferentes. En este caso, una señal de control que usa el sistema en casa, utiliza la banda de frecuencia de 2-30MHz; y una señal de control que usa el sistema de acceso, utiliza la banda de frecuencia de 2-3MHz. La comunicación de datos en casa usa la banda de frecuencia de 3-30MHz, que es diferente de la banda usada para transmitir señales de control. Por otra parte, la comunicación de acceso de datos usa la banda de frecuencia de 2-3MHz, que es la misma que la banda usada para transmitir señales de control. De esta forma (al objeto de reducir el tamaño del circuito, por ejemplo), un método de comunicación que use una banda de frecuencia estrecha solamente puede evitar que el tamaño del circuito sea grande.

En las realizaciones primera y segunda descritas anteriormente, se ha descrito un caso donde todos los métodos de comunicación están en sincronización con señales de sincronización SS. Sin embargo, también es posible no sincronizar algunos métodos de comunicación. La figura 14 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems 10, cuando algunos métodos de comunicación no están en sincronización con señales de sincronización.

En el ejemplo de la figura 14, hay que transmitir/recibir una señal de petición RS no en sincronización con una señal de sincronización SS. Otros métodos de comunicación tienen que detectar una portadora de una señal de petición RS del método de comunicación C, siendo transmitida/recibida la señal de petición RS asíncrona con una señal de sincronización SS. Cuando la portadora es detectada, hay que estrechar la banda de frecuencia usada para la señal de sincronización SS y la señal de petición RS de modo que ambas señales no interfieran con el método de comunicación C. Un método de comunicación en sincronización con la señal de sincronización SS puede reconocer qué método de comunicación usa líneas de potencia 2 en qué forma en cada intervalo de tiempo.

Es posible reconocer métodos de comunicación asíncronos uno con otro recibiendo señales de petición asíncronas. Sin embargo, considerando la condición de la línea de transmisión descrita en la figura 8 (b), puede haber un caso donde sea imposible decir si una señal de petición RS, que está en una banda amplia para un método de comunicación (que puede estar en un modo de recepción), parece concentrarse en una banda de frecuencia más baja, afectada por las características de la línea de transmisión, o la señal de petición RS está puesta originalmente en la banda de frecuencia más baja solamente. Para evitarlo, el vector de fases de una señal de petición RS para coexistencia síncrona y el vector de fases de una señal de petición RS para coexistencia asíncrona se ponen de forma diferente, de modo que es posible reconocer si la señal de petición RS está en una banda amplia o la señal de petición RS está en una banda originalmente estrecha. Todavía es imposible reconocer, a través de un método de comunicación asíncrona, un método de comunicación en sincronización con una señal de sincronización SS. Sin embargo, los métodos de comunicación asíncrona pueden coexistir empleando un método coexistente usando división de frecuencia incluso cuando no se puede reconocer un método de comunicación síncrona.

Afectado por las líneas de transmisión como líneas de potencia 2, incluso cuando la señal de petición RS en la banda amplia y la señal de petición RS en la banda estrecha no pueden ser diferenciadas, se ha descrito que ambas señales pueden ser diferenciadas usando diferentes vectores de fases. Sin embargo, es posible diferenciar ambas señales determinando si las señales de petición RS son detectadas sincrónicamente con respecto a los tipos síncrono y asíncrono.

En las realizaciones primera y segunda antes descritas, una señal de sincronización SS puede ser generada de cualquier forma, a condición de que sea enviada repetidas veces durante un período predeterminado. Por ejemplo, se puede usar voltaje de corriente alterna comercial CA (o corriente) en líneas de potencia 2 para generar una señal de sincronización SS. En este caso, por ejemplo, se detecta un cruce por cero del voltaje de corriente alterna comercial CA, y se genera una señal de sincronización SS (por ejemplo, una forma de onda del pulso hecho de ondas rectangulares) usando un punto donde el cruce por cero es detectado como un tiempo de referencia. Cuando el voltaje de corriente alterna comercial CA es 100V, 60Hz, por ejemplo, se genera una señal de sincronización SS con 60Hz como una frecuencia de referencia. En este caso, un circuito de cruce por cero, que incluye un comparador o análogos, y está conectado (directamente o indirectamente) a líneas de potencia 2, puede estar instalado en el módem 10 representado en la figura 3 o 11. La media de la pluralidad de tiempos de referencia que representan el cruce por cero puede ser usada para el tiempo de referencia. El tiempo de referencia estable se puede poner aunque el cruce por cero fluctúe.

En las realizaciones primera y segunda antes descritas, se describe el caso donde el módem 10B1, que usa el método de comunicación B, envía una señal de sincronización SS. Sin embargo, también es posible que los módems 10, que usan otros métodos de comunicación A y C, envíen una señal de sincronización SS a condición de que al

menos un módem 10 envíe una señal de sincronización SS. El módem 10, que envía la señal de sincronización SS, se puede poner a un modo fijo o variable; además, cuando se selecciona el modo variable, su establecimiento se puede hacer manual o automáticamente.

5 Para una posición fija, por ejemplo, el módem 10 que usa un método de comunicación específico se puede poner por defecto para enviar una señal de sincronización SS. Para posición manual variable, el usuario puede proporcionar en el módem 10 una interface (por ejemplo, un interruptor) que puede controlar si enviar o no una señal de sincronización SS. Por otra parte, para posición automática variable, el módem 10 busca (escucha) una señal de sincronización SS (o una señal de petición) durante al menos un período de control Tc. Cuando se detecta una señal de sincronización SS, el módem 10 no envía ninguna señal de sincronización SS. Por otra parte, cuando no se detecta una señal de sincronización SS, el módem 10 envía una señal de sincronización SS. De esta forma se da prioridad a una señal de sincronización SS transmitida desde el módem 10 que ya ha realizado comunicación por línea de potencia en las líneas de potencia 2. Consiguientemente, incluso cuando el módem 10 esté desconectado de las líneas de potencia 2, uno de los otros módems 10 envía automáticamente una señal de sincronización SS.

15 En las realizaciones primera y segunda antes descritas, se describe el caso donde los vectores de fases de una señal de sincronización SS y una señal de petición RS son diferentes, pero todos los vectores de fases de señales de petición RS son idénticos. Sin embargo, también es posible poner diferentes vectores de fases para señales de petición RS dependiendo de cada uno de los diferentes métodos de comunicación. Por ejemplo, al enviar una señal de terminación de transmisión (una señal de terminación), se puede usar un vector de fases nuevo diferente para la señal de terminación. Esto puede crear un entorno más flexible donde los módems 10 puedan coexistir. En otros términos, cada módem 10 puede identificar a otro incluso cuando se envíen aleatoriamente señales de petición RS (a saber, independientemente de los intervalos de tiempo). Esto reduce el tiempo requerido para enviar una señal de petición RS (a saber, el período de control Tc), y mejora la eficiencia de comunicación de la señal de petición RS.

25 Tercera realización

La tercera realización se describe a continuación con referencia a las figuras 15 a 17.

30 El sistema de comunicación 100 según la tercera realización es idéntico al descrito en la primera realización, y por ello se omiten sus descripciones. Como se representa en la figura 2, el aparato de comunicación según la tercera realización es idéntico al módem 10 según la primera realización, y por ello se omiten sus descripciones.

35 La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de hardware que constituye el módem 10 según la tercera realización. En la configuración de circuito representada en la figura 15, el circuito de cruce por cero 63 está dispuesto en el módem 10 descrito en la figura 3. La configuración de circuito representada en la figura 15 es idéntica a la descrita en la figura 3 a excepción del circuito de cruce por cero 63, y el bloque PLC PHY 42D (descrito más tarde) del CI secundario 42. Por lo tanto, a los mismos componentes se les asignan los mismos números, y por ello se omiten sus descripciones.

40 El circuito de cruce por cero 63 incluye un diodo de conexión puente 63a, resistencias 63b y 63c, potencia CC 63e y comparador 63d. El diodo de conexión puente 63a está conectado a la resistencia 63b; y la resistencia conectada 63b está conectada en serie a otra resistencia 63c. Estas dos resistencias 63b y 63c están conectadas en paralelo a un terminal de entrada en un extremo, que está dispuesto en el comparador 63d. Un lado más de la potencia CC 63e está conectado a un terminal de entrada en el otro extremo, que está dispuesto en el comparador 63d. El bloque PLC MAC 42C del CI secundario 42 está conectado a un terminal de salida, que está dispuesto en el comparador 63d.

45 La figura 16 es un diagrama de bloques funcionales del bloque PLC PHY 42D del CI secundario 42. El bloque PLC PHY 42D realiza FFT (transformada Fourier rápida) como transformada de tiempo-frecuencia. En otros términos, el bloque PLC PHY 42D incluye el transformador FFT 411 y el transformador IFFT (transformada Fourier inversa) 420 en lugar del transformador de wavelet 401 y el transformador de wavelet inversa 410 descritos en la figura 4. En el bloque funcional descrito en la figura 16, a los componentes comunes a los de la figura 4 se les asignan los mismos números, y por ello se omiten sus descripciones. La transformada de tiempo-frecuencia no tiene que ser transformada FFT, sino que también puede ser la transformada de wavelet descrita en las realizaciones primera y segunda.

50 Lo siguiente describe un ejemplo de una operación específica del módem 10 según la tercera realización con referencia a las figuras 15 a 17. La figura 17 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems 10 según la tercera realización. La operación representada en la figura 17 es diferente de la representada en la figura 14 solamente en que el sincronización se ejecuta según el voltaje de corriente alterna comercial CA, y las señales de petición RS tienen diferentes vectores de fases. En la figura 17, a las operaciones comunes a las representadas en la figura 14 se les asignan los mismos números, y por ello se omiten sus descripciones. El voltaje de corriente alterna comercial CA representado en la figura 17 indica "voltaje" en la escala vertical, para fácil comprensión. Lo siguiente describe un caso donde el voltaje de corriente alterna comercial CA se

indica en el gráfico de tiempo, como se representa en la figura 17. Además, en la figura 17, 60Hz se indica como voltaje de corriente alterna comercial CA, pero también se pueden usar otros valores de voltaje, por ejemplo, 50Hz.

5 En este ejemplo, cada módem 10A1, 10A2, 10B1, 10B2, ...tiene su vector de fase predeterminado establecido de forma diferente, dependiendo de una banda de frecuencia usada para una señal de petición RS. Los métodos de comunicación A y B usan toda la banda de frecuencia de 2-30MHz (de 2-30MHz). El método de comunicación C usa la banda de frecuencia de 2-16MHz (de 2-30MHz). La banda de frecuencia arbitraria puede ser usada para transmitir una señal de petición RS.

10 Cada módem 10 está diseñado para transmitir una señal de petición RS y realizar comunicación de datos usando como punto de referencia: un punto de cruce por cero (el voltaje es OVAC) de voltaje de corriente alterna comercial CA en el circuito de cruce por cero 63. En este caso, un ciclo 2AC se considera como un ciclo del cruce por cero del voltaje de corriente alterna comercial CA; y se establecen los intervalos de tiempo para enviar una señal de petición RS, comenzando en el cruce por cero, en el orden de los métodos de comunicación A, B y C.

15 En el tiempo t42, el circuito de cruce por cero 63 del módem 10A1 detecta el cruce por cero ZC del voltaje de corriente alterna comercial CA. Cuando el cruce por cero ZC es detectado, el controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 recupera datos relacionados con un vector de fases de la memoria 33. Los datos relacionados con el vector de fases indican el vector de fases PV1. Más específicamente, PV1 incluye coeficientes de grado de rotación formados por dos valores, es decir, 0 y TT, correspondientes a cada subportadora, o valores de desplazamiento de fase para cambiar cíclicamente las subportadoras con estos coeficientes. El rotador de fase 408 del bloque PLC PHY 42D rota el vector de fases de cada una de las subportadoras que constituye una señal multiportadora, por el vector de fases PV1. El transformador IFFT 420 del bloque PLC PHY 42D realiza transformación IFFT en la señal multiportadora de fase rotada con el fin de generar una señal de petición RS. El transformador IFFT 420 envía la señal de petición generada RS a las líneas de potencia 2 mediante CI AFE 43, el filtro de paso de banda 45, el CI de activación 46, el acoplador 27, el conector de potencia 12 y el enchufe 3.

20 Al igual que el módem 10A1, el módem 10B1 detecta el cruce por cero ZC en el circuito de cruce por cero 63 en el tiempo t42. Cuando el cruce por cero ZC es detectado, el controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10B1 recupera datos relacionados con un vector de fases de la memoria 33. Dado que los métodos de comunicación A y B usan la misma banda de frecuencia para transmitir una señal de petición RS, los datos relacionados con el vector de fases recuperados indican vector de fases PV1 que con el módem 10A1. El rotador de fase 408 del bloque PLC PHY 42D rota, en base a la información relacionada con vector de fases recuperada, el vector de fases de cada subportadora que constituye una señal multiportadora, por el vector de fases PV1 como con el módem 10A1. El transformador IFFT 420 del bloque PLC PHY 42D realiza transformada IFFT en la señal multiportadora de fase rotada con el fin de generar una señal de petición RS. En el tiempo t43, el transformador IFFT 420 envía la señal de petición RS generada a las líneas de potencia 2, usando el cruce por cero detectado como un punto de referencia, en el intervalo de tiempo establecido para el método de comunicación B.

30 Al igual que el módem 10A1, el módem 10C1 detecta un cruce por cero ZC en el circuito de cruce por cero 63 en el tiempo t42. Al detectar el cruce por cero ZC, el controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10C1 recupera, de la memoria 33, datos relacionados con un vector de fases que indica el vector de fases PV2, que es diferente del vector de fases PV1, dado que el método de comunicación C usa una banda de frecuencia diferente de la de los métodos de comunicación A y B para transmitir una señal de petición RS. El rotador de fase 408 del bloque PLC PHY 42D rota la fase de cada subportadora que constituye una señal multiportadora, por el vector de fases PV2, en base a los datos relacionados con el vector de fases recuperado, a diferencia de los módems 10A1 y 10B1. El transformador IFFT 420 del bloque PLC PHY 42D realiza transformada IFFT en la señal multiportadora de fase rotada con el fin de generar una señal de petición RS. En el tiempo t44, el transformador IFFT 420 envía la señal de petición RS generada a las líneas de potencia 2, usando el cruce por cero detectado como un punto de referencia, en el intervalo de tiempo establecido para el método de comunicación C.

35 A continuación se describe con referencia a las figuras 16 a 18 un proceso de detectar una señal de petición RS realizado por el módem 10. La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de detectar una señal de petición RS. El transformador FFT 411 del bloque PLC PHY 42D del módem 10 realiza transformada FFT en una señal recibida (paso S11). El controlador 405 del bloque PLC PHY 42D recupera, de la memoria 33, datos relacionados con el vector de fases PV1. El rotador de fase 402 del bloque PLC PHY 42D rota la fase de cada subportadora por referencia a los datos relacionados con el vector de fases PV1 y multiplicando la señal recibida transformada FFT por el vector de fases PV1 (paso S12).

60 El controlador 405 del bloque PLC PHY 42D hace una determinación de cuadrante en las subportadoras de fase rotada (paso S13) como se describe específicamente a continuación. En este ejemplo, se supone que se usan 512 subportadoras, y los vectores de fases en los lados de transmisión y de recepción son una pluralidad de coeficientes, que indican grados de rotación (por ejemplo, Π , 0, TT, TT, ..., 0) correspondientes a los números de subportadora 1, 2, 3, 4, ..., 512.

- Una señal de petición RS incluye datos transmitidos conocidos como datos conocidos, tales como un preámbulo. Los datos transmitidos corresponden a números de subportadora 1, 2, 3, 4, ..., 512. Aunque los datos transmitidos conocidos pueden ser arbitrarios, todos los datos se ponen como "1" en este ejemplo. "1" representa (1, 0) en el plano de coordenadas complejas. Consiguientemente, los datos conocidos están en forma de 1, 1, 1, 1, ..., 1, que corresponden a los números de subportadora 1, 2, 3, 4, ..., 512. El rotador de fase 408 en el lado de transmisión multiplica los datos conocidos 1,1,1,1,..., 1 por el vector de fases es $(\pi, 0, \pi, \pi, 0)$, y envía señales de petición RS que tienen -1, 1, -1, -1, ..., 1 como datos transmitidos a las líneas de potencia 2.
- El rotador de fase 402 en el lado de recepción multiplica respectivamente los datos transmitidos -1, 1, -1, -1, ..., 1 por coeficientes $(\pi, 0, \pi, \pi, \dots, 0)$, estando incluido cada uno de los datos transmitidos en cada subportadora de la señal de petición transmitida RS. Como resultado, los datos conocidos en forma de datos transmitidos 1, 1, 1, 1, ..., 1, son rotados de nuevo. El controlador 405 determina si los datos transmitidos indicados por las subportadoras de fase rotada son datos conocidos tales como un preámbulo. En este caso, el controlador 405 suma los datos transmitidos, y los compara con un umbral predeterminado Th1. Por ejemplo, cuando el umbral Th1 es "258" y los datos transmitidos son presumiblemente correctos, la SUMA de valores de integración es "512 (=1+1+1+1+... +1)". Por lo tanto, el controlador 405 determina que SUMA de valores de integración ha excedido el umbral Th1 (paso S13: SÍ). Al determinar que la SUMA de valores de integración ha excedido el umbral Th 1, el controlador 405 determina que una portadora con vector de fases PV1 ha sido detectada (paso S14), y termina el proceso. En otros términos, la señal recibida es una señal multiportadora cuyo vector de fases es PV1. Por otra parte, cuando la SUMA de valores de integración no ha excedido ningún umbral Th1, el controlador 405 determina que la SUMA de valores de integración no ha excedido ningún umbral Th1 (paso S13: NO).
- Al determinar que la SUMA de valores de integración no ha excedido ningún umbral Th1, el controlador 405 recupera, de la memoria 33, datos relacionados con el vector de fases PV2. El rotador de fase 402 del bloque PLC PHY 42D multiplica la señal recibida transformada FFT por el vector de fases PV2 y rota la fase de cada subportadora (paso S15). El controlador 405 del bloque PLC PHY 42D hace una determinación de cuadrante en las subportadoras de fase rotada (paso S16) como en el paso 13. Al determinar que la SUMA de valores de integración ha excedido el umbral Th2 (paso S16: Sí), el controlador 405 determina que una portadora con vector de fases PV2 ha sido detectada (paso S18), por lo que termina el proceso. En otros términos, la señal recibida es una señal multiportadora cuyo vector de fases es PV2. La determinación de cuadrante se describe con detalle más adelante.
- Por otra parte, al determinar que la SUMA de valores de integración no ha excedido ningún umbral Th2 (paso S16: No), el controlador 405 determina que la señal recibida no tiene el vector de fases PV1 ni PV2 (es decir, la señal es una señal multiportadora cuyo vector de fases es distinto de PV1 y PV2, o es ruido) (paso S17), y determina que no se ha detectado portadora con vectores de fases PV1 y PV2 (paso S18), por lo que termina el proceso. También es posible realizar los pasos 15 y 16 antes de los pasos 12 y 13 en la figura 18. El vector de fases no tiene que ser de dos tipos, es decir, PV1 y PV2, sino que puede ser de tres tipos o más.
- Se supone aquí, por ejemplo, que el estado de transmisión de la línea de potencia ha sido deteriorado y la ganancia en la banda de frecuencia de 16-30MHz tiene que ser menor. En este caso, las señales de petición RS salidas de los módems 10A1 y 10B1 padecen una relación S/N más alta de subportadoras, que son transmitidas en la banda de frecuencia a 16MHz o más. Esto hace difícil diferenciar señales de petición RS salidas de los módems 10A1 y 10B1 de las señales de petición RS salidas del módem 10C1. Sin embargo, dado que se ponen diferentes vectores de fases para los módems 10A1, 10B1 y 10C1, las señales de petición RS pueden ser suavemente diferenciadas una de otra cuando cada módem 10 realiza el proceso antes descrito de detectar una señal de petición RS.
- Como se ha descrito anteriormente, en la tercera realización, se usan diferentes vectores de fases según las bandas de frecuencia usadas para una señal de petición RS. Como resultado, es posible diferenciar señales de petición RS incluso cuando el estado de transmisión de la línea de potencia se ha deteriorado.

Cuarta realización

- El sistema de comunicación 100 según la cuarta realización es idéntico al descrito en la primera realización, y por ello se omiten sus descripciones. El aparato de comunicación según la cuarta realización es idéntico al módem 10 según la primera realización como se representa en la figura 2, y por ello se omiten sus descripciones. La configuración de circuito del módem 10 según la cuarta realización es idéntica a la de las figuras 15 y 16, y por ello se omiten sus descripciones.
- Lo siguiente describe un ejemplo de una operación específica de módem 10 según la cuarta realización con referencia a las figuras 19 y 20. La figura 19 representa intervalos de tiempo correspondientes a señales de petición según la cuarta realización; y la figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de detectar una señal de petición según la cuarta realización. La figura 19 ha extendido el período de control Tc representado en la figura 17. En la cuarta realización, que difiere de la tercera realización, se ponen diferentes vectores de fases para respectivos

intervalos de tiempo T11, T12,..., T17. También es posible usar diferentes vectores de fases para diferentes bandas de frecuencia para uso y para diferentes intervalos de tiempo. El número de intervalos de tiempo es arbitrario a condición de que sea dos o más.

5 A continuación se ofrecen descripciones detalladas. Se supone que varios aparatos eléctricos (no representados) están conectados respectivamente a tomas 5, a las que están conectados los módems 10A1 y 10B1. En este caso, afectado por los aparatos eléctricos (por ejemplo, variación de impedancia), el voltaje de corriente alterna comercial AC2 en las tomas 5, a las que están conectados los módems 10A1 y 10B1, incurre en un retardo de tiempo de voltaje de corriente alterna comercial AC1 en las tomas 5, a las que están conectados otros módems 10C1, La figura 19 (a) representa una forma de onda de voltaje de corriente alterna comercial AC1 en los enchufes, a las que están conectados otros módems 10C1, mientras que la figura 19 (a) representa una forma de onda de voltaje de corriente alterna comercial AC2 en los enchufes, a los que están conectados los módems 10A1 y 10B1. El voltaje de corriente alterna comercial AC2, como se representa en la figura 19 (a), es retardado el tiempo TD en comparación con el voltaje de corriente alterna comercial AC1.

15 En este caso, cuando el módem 10A1 envía una señal de petición RSa, el circuito de cruce por cero 63 detecta un cruce por cero ZC de voltaje de corriente alterna comercial AC2. El voltaje de corriente alterna comercial AC2 es retardado solamente el tiempo TD en comparación con el voltaje de corriente alterna comercial AC1. Por lo tanto, el módem 10A1 envía una señal de petición RSa en el tiempo t421, que se retarda solamente el tiempo TD desde el tiempo t42.

20 Cuando el módem 10B1 envía una señal de petición RSb, el circuito de cruce por cero 63 detecta en el tiempo t421 un cruce por cero ZC de voltaje de corriente alterna comercial AC2 al igual que el módem 10A1. Al detectar el cruce por cero ZC, el módem 10B1 envía una señal de petición RSb en el tiempo t431, que se retarda solamente el tiempo TD desde el tiempo t43.

25 En esta etapa, el módem 10C1 ha realizado un proceso de detectar una señal de petición RS como se representa en la figura 20, y detecta las señales de petición RSa y RSb. Lo siguiente describe un proceso de detección de portadora en el intervalo de tiempo T12 con referencia a la figura 20.

30 El transformador FFT 411 del bloque PLC PHY 42D del módem 10C1 realiza transformada FFT en una señal recibida (paso S21). A continuación, el bloque PLC PHY 42D recupera, de la memoria 33, datos relacionados con un vector de fases como datos de intervalo correspondientes al intervalo de tiempo T12. La memoria 33 guarda datos relacionados con diferentes vectores de fases correspondientes a intervalos de tiempo T11, T12, T13,..., en este ejemplo, el vector de fases PV1 se pone para el método de comunicación A; y el vector de fases PV2 se pone para el método de comunicación B. La memoria 33 guarda los datos relacionados con los vectores de fases PV1 y PV2 correspondientes a intervalos de tiempo T11 y T12, respectivamente.

35 El bloque PLC PNY 42D envía los datos de intervalo corriente en el circuito de cruce por cero 63 (paso S22). Más específicamente, el módem 10C1 reconoce, a partir del voltaje de corriente alterna comercial AC1 en el circuito de cruce por cero 63, que hay un cruce por cero ZC en el tiempo t42. Cada módem 10 incluye un contador (no representado) y guarda datos que indican las duraciones de tiempo de los intervalos de tiempo. Por lo tanto, cada módem 10 puede especificar cuántos intervalos de tiempo hay entre el intervalo de tiempo corriente y el cruce por cero ZC tanto por el tiempo transcurrido desde el cruce por cero ZC como por la anchura de tiempo del intervalo de tiempo.

40 En el tiempo t43, por ejemplo, el bloque PLC PHY 42D del módem 10C1 reconoce que un tiempo transcurrido desde el cruce por cero ZC es una duración de tiempo por intervalo de tiempo, y determina que el intervalo de tiempo corriente es "T12". Como resultado, el controlador 405 del bloque PLC PHY 42D recupera, de la memoria 33, los datos relacionados con el vector de fases PV2 correspondientes al intervalo de tiempo T12.

45 Entonces, el rotador de fase 402 del bloque PLC PHY 42D multiplica la señal recibida transformada FFT por el vector de fases PV2, con el fin de rotar la fase de cada subportadora (paso S23). El rotador de fase 405 del bloque PLC PHY 42D hace una determinación de cuadrante en cada una de las subportadoras de fase rotada (paso S24) como en los pasos 13 y 15 descritos en la figura 18. Los pasos S25 y S26 son idénticos a los pasos S14 (o S17) y S18, y por ello se omiten sus descripciones.

50 En el intervalo de tiempo T12, los vectores de fases de las dos señales de petición RSa y RSb son enviadas como se representa en la figura 19 (a). Como se ha descrito anteriormente, sin embargo, el módem 10C1 rota las fases de las subportadoras por el vector de fases PV2, y así solamente detecta la señal de petición RSb.

55 Como se ha descrito anteriormente, en la cuarta realización, cada módem 10 rota las fases de las subportadoras de la señal de petición RS enviada en el intervalo de tiempo por el vector de fases correspondiente al intervalo de tiempo. Esto permite una detección fiable de las señales de petición RS enviadas en cada intervalo de tiempo, incluso cuando hay una diferencia de tiempo entre voltajes de corriente alterna ACs.

En la cuarta realización antes descrita, se describe el caso donde diferentes vectores de fases se ponen para los intervalos de tiempo T11, T12, T17. Sin embargo, no es necesario poner diferentes vectores de fases para respectivos intervalos de tiempo. Los vectores de fases pueden ser diferenciados fiablemente cuando se ponen vectores de fases que tienen diferentes grados de rotación (por ejemplo, PV1 y PV2) al menos para intervalos de tiempo adyacentes (por ejemplo, T11 y T12).

Quinta realización

El sistema de comunicación 100 según la quinta realización es idéntico al descrito en la primera realización, y por ello se omiten sus descripciones. El aparato de comunicación según la quinta realización es el módem 10 descrito en la primera realización, y por ello se omiten sus descripciones. La configuración de circuito del módem 10 según la quinta realización es idéntica a la de las figuras 15 y 16, y por ello se omiten sus descripciones.

Lo siguiente describe un ejemplo de una operación específica del módem 10 según la quinta realización con referencia a las figuras 21 y 22. La figura 21 es un gráfico de tiempo que ilustra un ejemplo de operación de una pluralidad de módems 10 según la quinta realización. La figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de modificar un vector de fases según la quinta realización. El proceso de detectar una señal de petición RS es idéntico al descrito con referencia a la figura 20 en la cuarta realización.

Lo siguiente describe un proceso de modificación de vector de fases realizado por el módem 10A1. El módem 10A1 busca una señal de petición RS durante el período de control Tc (paso S31). Por ejemplo, se supone que el controlador 405 (véase la figura 16) del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 detecta un cruce por cero ZC en el circuito de cruce por cero 63 (véase la figura 15) en el tiempo t81 representado en la figura 21. El controlador 405 determina si la señal de petición RS es enviada o no entre los tiempos t81 y t82. El método de detección de portadora es idéntico al descrito en la figura 18, y por ello se omiten sus descripciones.

En la quinta realización, cada intervalo de tiempo durante el período de control Tc es asignado a métodos de comunicación en el orden de "C", "A" y "B". Cuando se realiza comunicación de datos mediante los métodos de comunicación A, B, ..., el período de datos Td es dividido en los métodos de comunicación A, B, Cuando la comunicación de datos se realiza mediante los métodos de comunicación A, B y C, se asigna una banda de frecuencia de 16-30MHz a los métodos de comunicación A, B, ...; y se asigna una banda de frecuencia de 2-16 MHz al método de comunicación C, dividiendo así la banda de frecuencia usada para comunicación por línea de potencia. La memoria 33 de cada módem 10 guarda datos incluyendo estas asignaciones de intervalo de tiempo y qué esquema de acceso múltiple se emplea cuando se envía una señal de petición RS.

El módem 10A determina si un canal deseado tiene o no una vacante (paso S32). Un canal solamente tiene que ser al menos uno del tiempo y la banda de frecuencia, y en este ejemplo se usa una banda de frecuencia. Cuando el módem 10A1 desea usar la banda de frecuencia de 2-30MHz y cuando no se envía ninguna señal de petición RS entre los tiempos t81 y t82, el controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 determina que el canal deseado tiene una vacante (paso S32:Si), dado que el método de comunicación C no realiza comunicación de datos durante el período de datos siguiente Td (entre los tiempos t84 y t86), y termina el proceso.

Consiguientemente, el módem 10A1 realiza comunicación de datos usando la banda de frecuencia de 2-30MHz sin realizar un proceso de modificación de vector de fases en el tiempo t84. En este caso, dado que el módem 10B1 envía una señal de petición RS en el tiempo t83, el módem 10A1 detecta la señal de petición RS salida del módem 10B1; y los módems 10A1 y 10B1 realizan alternativamente comunicación de datos durante el período de datos Td.

Además, en la figura 21, las duraciones de tiempo del período de control Tc y el período de datos Td son iguales a dos ciclos de voltaje de corriente alterna comercial CA. Sin embargo, esto es arbitrario a condición de que sea más de 1/6 del ciclo de voltaje de corriente alterna comercial CA. En particular, es preferible usar 1/2 ciclo para una fase única; y usar 1/6 o más del ciclo para tres fases. Esto es porque elimina la necesidad de determinar si el voltaje de corriente alterna comercial CA se incrementa o disminuye incluso cuando la forma de onda del voltaje de corriente alterna comercial CA es invertida por una dirección de introducción invertida de un par de terminales de enchufe.

Las duraciones de tiempo no tienen que estar divididas por igual para la división de datos de la comunicación de datos. Por ejemplo, una de las duraciones de tiempo puede ser más larga que las otras. Aunque, en la figura 21, la comunicación de datos se realiza tres veces para un método de comunicación durante un período de datos Td, el número de realizaciones de comunicación de datos es arbitrario.

En el tiempo t86, el módem 10A1 empieza el proceso descrito en la figura 22, y de nuevo busca una señal de petición RS (paso S31). Al mismo tiempo, el módem 10A1 determina si un canal deseado (banda de frecuencia) tiene una vacante (paso S32). El controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 determina si una señal de petición RS es enviada o no entre el tiempo t86 y t87. Como se representa en la figura 21, dado que el módem

10C1 envía una señal de petición RS, el controlador 405 determina que el canal deseado no tiene ninguna vacante dado que el método de comunicación C realiza comunicación de datos durante el período de datos siguiente Td entre los tiempos t84 y t86 (paso S32: No).

5 El controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 modifica el vector de fases correspondiente al canal (banda de frecuencia) (paso S32). En este ejemplo, la memoria 33 guarda los datos relacionados con el vector de fases PV1, que corresponde a la banda de frecuencia de 2-30MHz, y los datos relacionados con el vector de fases PV2, que corresponde a la banda de frecuencia de 16-30MHz. Además, el vector de fases PV1 se pone para el módem 10A1 como un vector de fases entre los tiempos t81 y t87.

10 El método de comunicación C realiza comunicación de datos (dado que la banda de frecuencia de 2-16MHz no puede ser usada) durante el período de datos siguiente Td (entre los tiempos t86 y t89), el controlador 405 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 recupera, de la memoria 33, los datos relacionados con el vector de fases correspondiente a la banda de frecuencia de 16-30MHz. En otros términos, el controlador 405 recupera, de la memoria 33, los datos relacionados con el vector de fases PV2; y el rotador de fase 408 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 modifica el vector de fases a PV2 (paso S32). El proceso de modificación de vector de fases se ha descrito con detalle en la cuarta realización, y por ello se omiten sus descripciones.

20 Al cambiar el vector de fases, el transformador IFFT 420 del bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 realiza transformada IFFT en las subportadoras cuyos vectores de fases se rotan usando PV2, con el fin de generar una señal transmitida. El bloque PLC PHY 42D del módem 10A1 cierra la banda de frecuencia de 2-16MHz de la señal transmitida controlando el filtro de paso de banda 45. La señal transmitida en la banda de frecuencia de 16-30MHz es enviada como una señal de petición RS a las líneas de potencia 2 mediante el CI de activación 46, el acoplador 27, el conector de potencia 12 y el enchufe 3. El módem 10A1 envía la señal de petición RS entre los tiempos t87 y t88 (paso S33) y termina el proceso. El módem 10B1 realiza el mismo proceso, cuyas descripciones se omiten así. Consiguientemente, durante el período de datos Td que comienza en el tiempo t89, el módem 10C1 realiza comunicación de datos en la banda de frecuencia de 2-16MHz; y los módems 10A1 y 10B1 realizan comunicación de datos en la banda de frecuencia de 16-30MHz.

30 Dado que el módem 10A1 modifica un vector de fases según una banda de frecuencia para una señal de petición RS, otros módems 10B1, 10C1,..., pueden especificar fácilmente la banda de frecuencia usada para la señal de petición RS incluso cuando el estado de la línea de transmisión se ha deteriorado. Se pueden obtener los mismos efectos cuando cualquier otro módem 10 diferencia la señal de petición RS.

35 Como se ha descrito anteriormente, en la quinta realización, un vector de fases se modifica según una banda de frecuencia usada para una señal de petición RS. Por lo tanto, la banda de frecuencia usada para la señal de petición RS puede ser especificada suavemente a pesar de los cambios de estado de la línea de transmisión. Como resultado, un vector de fases puede ser reconocido suavemente incluso cuando la condición de la línea de transmisión se haya deteriorado.

40 En las realizaciones tercera a quinta antes descritas, se describe el caso donde una señal de petición RS es enviada en un tiempo relativo a un cruce por cero como un punto de referencia. Sin embargo, tal tiempo no tiene que ser referenciado a un cruce por cero. Por ejemplo, un tiempo puede ser referenciado arbitrariamente a condición de que esté donde el voltaje de corriente alterna comercial CA llegue a un valor de voltaje predeterminado (por ejemplo, 10V) y empiece en el punto de tiempo detectado.

50 En las realizaciones primera a quinta antes descritas se ha descrito una línea de potencia como un ejemplo de una línea de transmisión que realiza transmisión de una señal de control y comunicación de datos. Sin embargo, también se puede usar una línea distinta de una línea de potencia. Por ejemplo, también se pueden usar cables tanto alámbricos como inalámbricos como líneas de transmisión. Para una línea de transmisión alámbrica, por ejemplo, se pueden usar varios cables tales como un cable coaxial, una línea de teléfono y una línea de altavoz.

55 En las realizaciones primera a quinta antes descritas, una modificación de vector de fases se ha denominado "rotar la fase de una subportadora". Esto es lo mismo que girar un punto de señal en el plano de coordenadas complejas. Además, "vector de fase" definido en la memoria descriptiva es un conjunto de valores que indican un grado de rotación por el que el punto de señal de cada subportadora se rota en el plano de coordenadas complejas, constituyendo cada subportadora una señal multiportadora tal como una señal OFDM. "Vector de fase" es, por lo tanto, una combinación de valores para igualar formas de onda de tiempo de la señal multiportadora (suprimir un pico en el eje de tiempo). Un vector de fases tiene dos tipos, es decir, un valor fijo, que es una combinación de valores predeterminados, y un valor variable, que es una combinación de valores variados según condiciones predeterminadas. Tales condiciones predeterminadas incluyen un desplazamiento cíclico y un valor aleatorio. Además, un vector de fases también se denomina una "fase de portadora". En este caso, un valor fijo se denomina una "fase de portadora determinista"; y un valor variable se denomina una "fase de portadora aleatoria". La señal de petición RS antes descrita también se denomina una señal CDFC (función de coordinación de distribución común).

Las realizaciones primera a quinta antes descritas se han descrito individualmente. Sin embargo, estas realizaciones también se pueden combinar según sea necesario.

5 El aparato de comunicación y el método de comunicación según la presente invención son útiles para comunicación por línea de potencia en particular en residencias colectivas tal como un bloque de apartamentos y pisos a causa de su capacidad de comunicación evitando al mismo tiempo la interferencia entre señales cuando una pluralidad de aparatos de comunicación que usan diferentes métodos de comunicación están conectados a una línea de transmisión común.

10 Se hace notar que los ejemplos anteriores se han ofrecido simplemente al objeto de explicación y de ninguna forma se han de interpretar como limitación de la presente invención. Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a realizaciones ejemplares, se entiende que los términos aquí usados son descriptivos e ilustrativos, más bien que limitativos. Se puede hacer cambios, dentro del alcance de las reivindicaciones anexas, como los indicados actualmente y modificados, sin apartarse del alcance y espíritu de la presente invención en sus aspectos. Aunque la presente invención se ha descrito aquí con referencia a estructuras, materiales y realizaciones concretos, no se ha previsto limitar la presente invención a los detalles aquí descritos; más bien, la presente invención se extiende a todas las estructuras, métodos y usos funcionalmente equivalentes, que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

15 La presente invención no se limita a las realizaciones antes descritas, y son posibles varias variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

20 APLICABILIDAD INDUSTRIAL

25 La presente invención es capaz de detectar fácilmente señales salidas de otros aparatos de comunicación, que usan diferentes métodos de comunicación y están conectados a una línea de transmisión común, evitando al mismo tiempo la interferencia entre señales sin realizar modulación relativamente engorrosa y otros procesos.

30 Sigue una lista de otros ejemplos de la invención:

35 1. Un aparato de comunicación capaz de conectar con una línea de potencia conectada a al menos un primer aparato de comunicación y un segundo aparato de comunicación, siendo capaz el primer aparato de comunicación de realizar una transmisión de datos con dicho aparato de comunicación, y siendo incapaz el segundo aparato de comunicación de realizar la transmisión de datos con dicho aparato de comunicación, incluyendo dicho aparato de comunicación:

un receptor para recibir una señal del segundo aparato de comunicación;

40 un detector de portadora para detectar unos datos predeterminados en la señal;

45 una unidad de establecimiento de canal para establecer al menos uno del tiempo y la banda de frecuencia usados para el primer aparato de comunicación cuando el detector de portadora detecte los datos predeterminados, siendo la banda de tiempo o frecuencia usada para el primer aparato de comunicación diferente de una banda de tiempo o de frecuencia usada para el segundo aparato de comunicación; y

50 un transmisor para realizar la transmisión de datos con el primer aparato de comunicación en al menos uno del tiempo y la banda de frecuencia usados para el primer aparato de comunicación.

2. El aparato de comunicación con las características de la realización 1,

donde la señal es una señal multiportadora incluyendo una pluralidad de subportadoras.

55 3. El aparato de comunicación con las características de la realización 2, incluyendo además:

un rotador de fase para rotar la fase de la pluralidad de subportadoras con un vector de fases, representando el vector de fases un grado de rotación predeterminado,

60 donde el detector de portadora detecta los datos predeterminados en la señal multiportadora incluyendo la pluralidad de subportadoras cuya fase es rotada con el vector de fases.

4. El aparato de comunicación con las características de la realización 3,

donde el receptor recibe además una señal multiportadora del primer aparato de comunicación, el vector de fases usado por el primer aparato de comunicación es diferente del vector de fases usado por el segundo aparato de comunicación.

5 5. El aparato de comunicación con las características de la realización 4,
donde la banda de frecuencia usada por el primer aparato de comunicación es diferente de banda de frecuencia usada por el segundo aparato de comunicación.

10 6. El aparato de comunicación con las características de la realización 4,
donde hay una relación de una secuencia PN entre el vector de fases usado por el primer aparato de comunicación y el vector de fases usado por el segundo aparato de comunicación.

15 7. El aparato de comunicación con las características de la realización 6,
donde la secuencia PN es una secuencia M.

20 8. El aparato de comunicación con las características de la realización 3,
donde el receptor recibe además una señal de sincronización, y el vector de fases correspondiente a la señal de sincronización es diferente del vector de fases correspondiente a la señal multiportadora.

25 9. El aparato de comunicación con las características de la realización 8,
donde la banda de frecuencia de la señal de sincronización es diferente de la banda de frecuencia de la señal multiportadora.

30 10. El aparato de comunicación con las características de la realización 8,
donde hay una relación de una secuencia PN entre el vector de fases correspondiente a la señal de sincronización y el vector de fases correspondiente a la señal multiportadora.

35 11. El aparato de comunicación con las características de la realización 10,
donde la secuencia PN es una secuencia M.

40 12. El aparato de comunicación con las características de la realización 3,
donde el receptor recibe además una señal de sincronización, la señal multiportadora es enviada en un tiempo predeterminado en base a la señal de sincronización.

45 13. El aparato de comunicación con las características de la realización 1, incluyendo además:
un detector de punto de tiempo para detectar un punto de tiempo donde el voltaje alterno transmitido a la línea de potencia llega a un valor de voltaje predeterminado, la señal multiportadora es enviada en un tiempo predeterminado en base al punto de tiempo.

50 14. Un circuito integrado capaz de conectarse a una línea de potencia conectada a al menos un primer aparato de comunicación y un segundo aparato de comunicación, siendo el primer aparato de comunicación capaz de realizar una transmisión de datos con dicho circuito integrado, y siendo incapaz el segundo aparato de comunicación de realizar la transmisión de datos con dicho circuito integrado, incluyendo dicho circuito integrado:

55 un receptor para recibir una señal del segundo aparato de comunicación;

un detector de portadora para detectar unos datos predeterminados en la señal;

60 una unidad de establecimiento de canal para establecer al menos uno del tiempo y la banda de frecuencia usados para el primer aparato de comunicación cuando el detector de portadora detecta los datos predeterminados, siendo el tiempo o la banda de frecuencia usada para el primer aparato de comunicación diferentes de un tiempo o una banda de frecuencia usados para el segundo aparato de comunicación; y

un transmisor para realizar la transmisión de datos con el primer aparato de comunicación en al menos uno del tiempo y la banda de frecuencia usados para el primer aparato de comunicación.

- 5 15. Un método de comunicación para controlar la transmisión de datos que un aparato de comunicación realiza a través de una línea de potencia conectada a al menos un primer aparato de comunicación y un
segundo aparato de comunicación, siendo capaz el primer aparato de comunicación de realizar la
transmisión de datos con dicho aparato de comunicación, y siendo incapaz el segundo aparato de
comunicación de realizar la transmisión de datos con dicho aparato de comunicación, incluyendo dicho
método de comunicación:
- 10 recibir una señal del segundo aparato de comunicación;
- detectar unos datos predeterminados en la señal;
- 15 establecer al menos uno del tiempo y la banda de frecuencia usados para el primer aparato de
comunicación cuando el detector de portadora detecte los datos predeterminados, siendo el
tiempo o la banda de frecuencia usados para el primer aparato de comunicación diferentes de un
tiempo o una banda de frecuencia usados para el segundo aparato de comunicación; y
- 20 realizar la transmisión de datos con el primer aparato de comunicación en al menos uno del
tiempo y la banda de frecuencia usados para el primer aparato de comunicación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato de comunicación de línea de potencia (10) para transmitir una señal multiportadora incluyendo una pluralidad de subportadoras a otro aparato de comunicación (10) a través de una línea de potencia (2), comprendiendo:
- 10 una sección de banda (405) configurada para establecer una de una banda de tiempo y una banda de frecuencia; y
- 15 una sección de comunicación (22) configurada para realizar la comunicación con el otro aparato (10) a través de la línea de potencia, mediante el uso de al menos una de la banda de tiempo y la banda de frecuencia, establecidas por la sección de establecimiento de banda (405), caracterizado por
- 20 una sección de rotación de fase (408) configurada para rotar la fase de al menos una subportadora entre la pluralidad de subportadoras, mediante el uso de un vector de fases, y
- 25 una sección de salida de señal multiportadora (410) configurada para enviar la señal multiportadora en la que la fase de al menos una subportadora rota con el vector de fases, y porque la sección de establecimiento de banda (405) está configurada para establecer la al menos una de la banda de tiempo y la banda de frecuencia basándose en el vector de fases con el que rota la fase de la señal multiportadora, que es enviada a la línea de potencia (2) por la sección de salida de señal multiportadora (410).
- 30 2. El aparato de comunicación de línea de potencia (10) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo también una sección de detección (402, 405) configurada para detectar la señal multiportadora la línea de potencia (2), en el que la sección de salida de señal multiportadora (410) envía una primera señal multiportadora en una primera temporización predeterminada, la sección de detección (402, 405) detecta una segunda señal multiportadora en la línea de potencia (2) en una segunda temporización predeterminada que difiere de la primera temporización predeterminada, y la sección de establecimiento de banda (405) establece al menos una de la banda de tiempo y la banda de frecuencia, basándose en el vector de fases con el que rota la fase de la primera señal multiportadora y la segunda señal multiportadora, respectivamente.
- 35 3. El aparato de comunicación de línea de potencia (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, comprendiendo además:
- 40 una sección de detección de punto temporal (63) configurada para detectar un punto temporal en el que una tensión alterna transmitida a la línea de potencia (2) alcanza un valor de tensión predeterminado, en el que, la sección de salida de señal multiportadora (410) envía la señal multiportadora, mediante el uso de una temporización basada en el punto temporal detectado por la sección de detección de punto temporal (63).
- 45 4. El aparato de comunicación de línea de potencia (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el aparato de comunicación es un circuito integrado (22, 42).
- 50 5. Un método de comunicación para transmitir una señal multiportadora que incluye una pluralidad de subportadoras, a otro aparato de comunicación de línea de potencia (2), comprendiendo las etapas de: establecer al menos una de una banda de tiempo y una banda de frecuencia; y realizar la comunicación con el otro aparato de comunicación de línea de potencia (10) a través de la línea de potencia (2), mediante el uso de al menos una de la banda de tiempo y la banda de frecuencia, que se establecen en la etapa de establecimiento de banda, caracterizado por las etapas adicionales de
- 55 rotar la fase de al menos una subportadora entre la pluralidad de subportadoras, mediante el uso de un vector de fases; y enviar una señal multiportadora en la que se rota la fase de al menos una subportadora con el vector de fases; y porque el establecimiento de la al menos una de la banda de tiempo y la banda de frecuencia se realiza basándose en el
- 60 vector de fases con el que se rota la fase de la señal multiportadora, que se envía a la línea de potencia (2) mediante la etapa de salida de señal multiportadora.

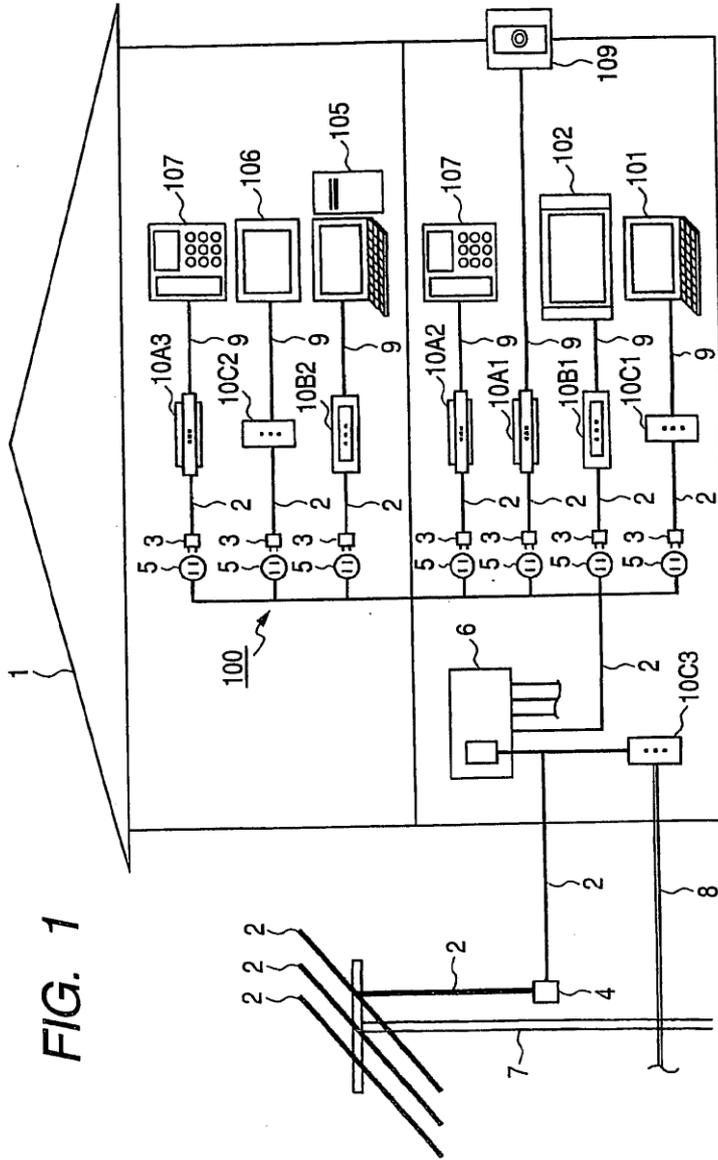


FIG. 1

FIG. 2A

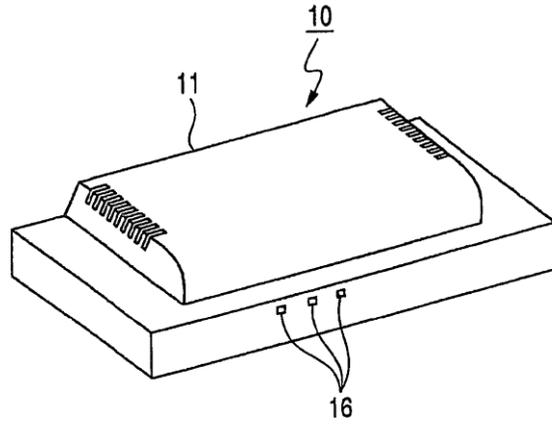


FIG. 2B

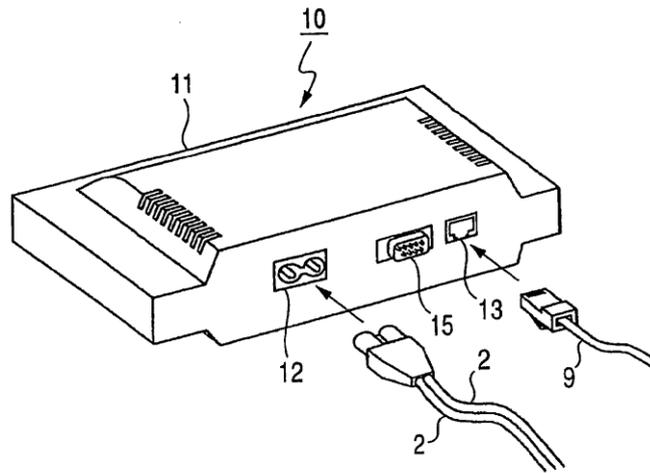


FIG. 3

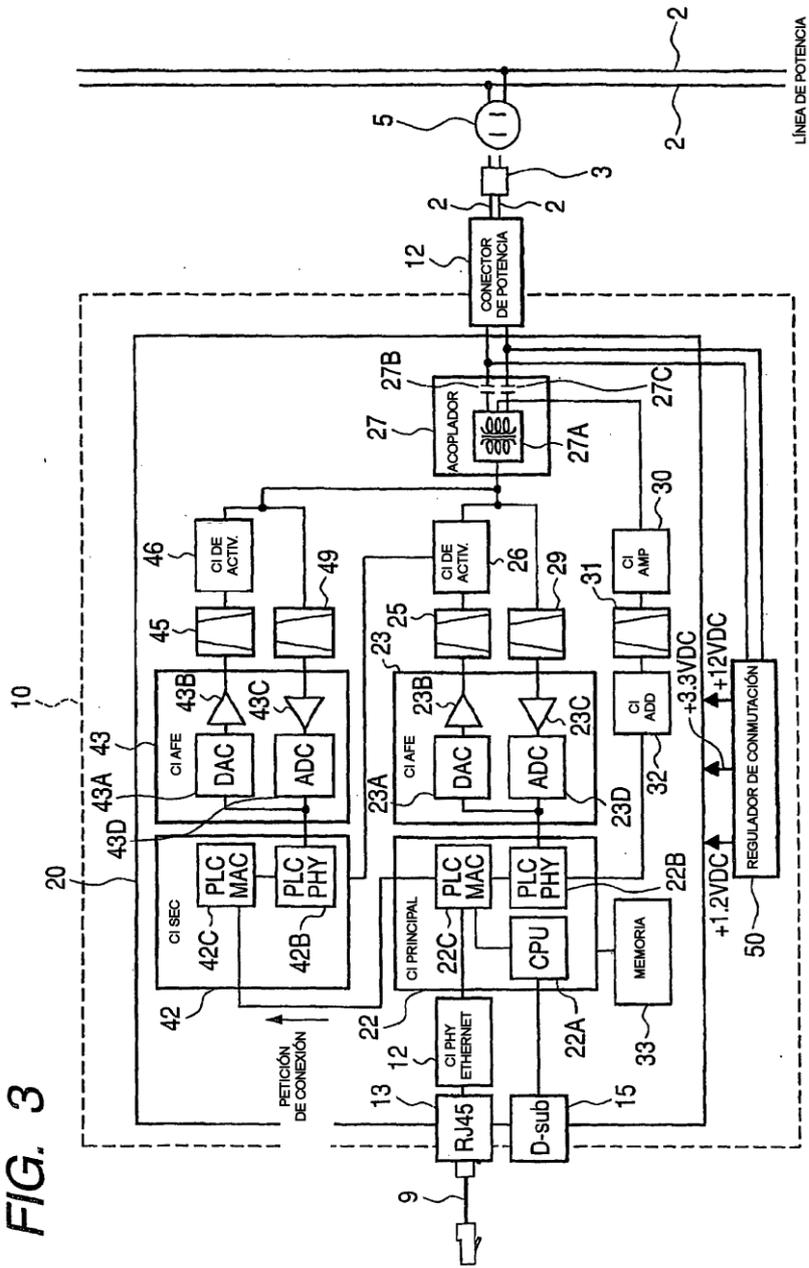


FIG. 4

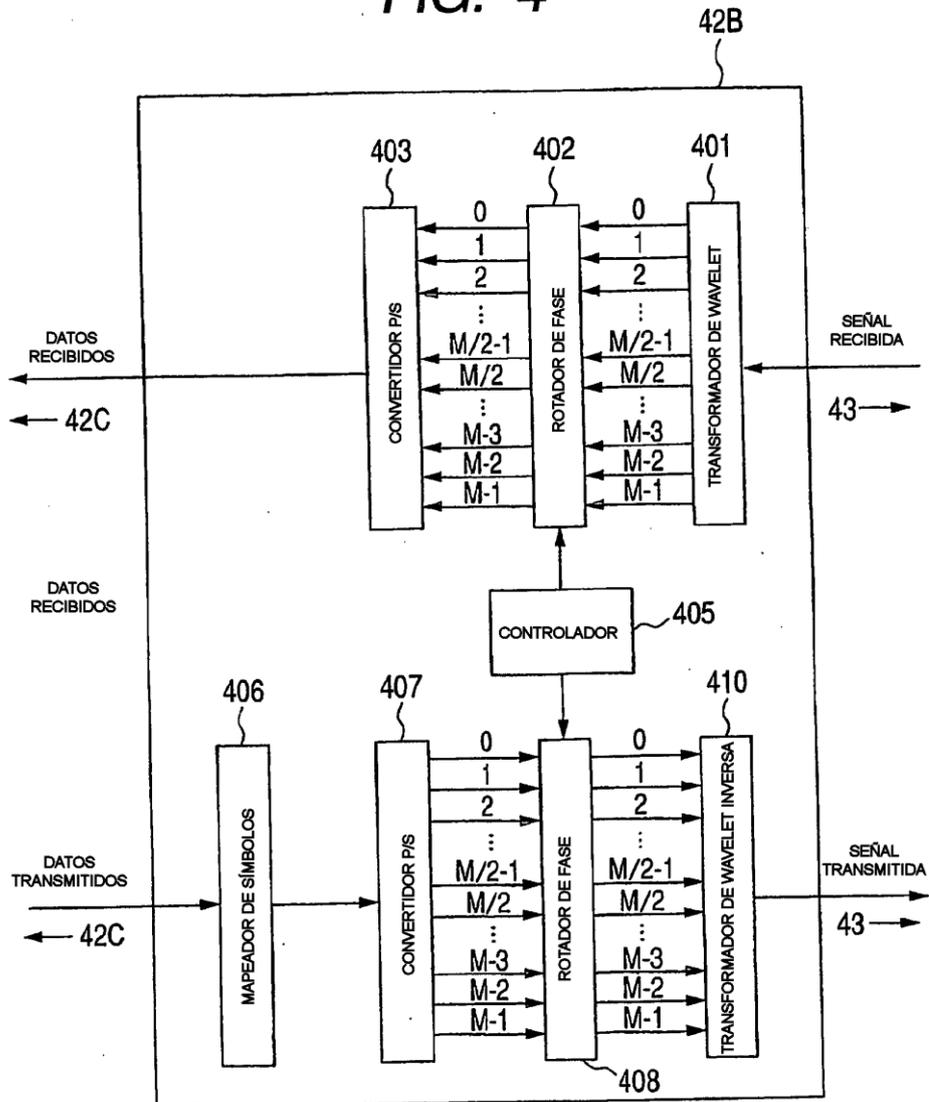


FIG. 5

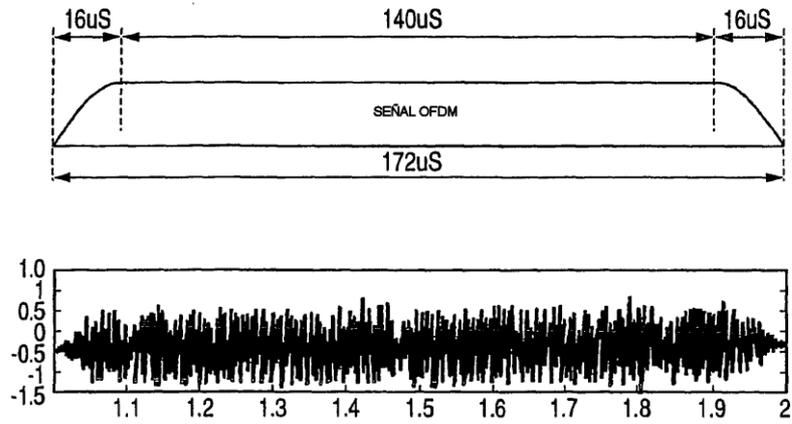


FIG. 6

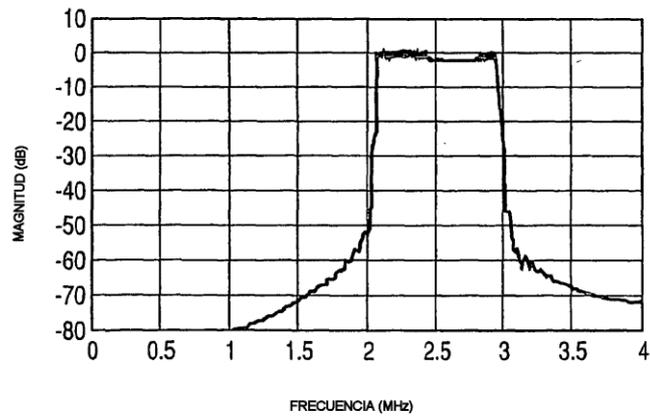


FIG. 7(a)

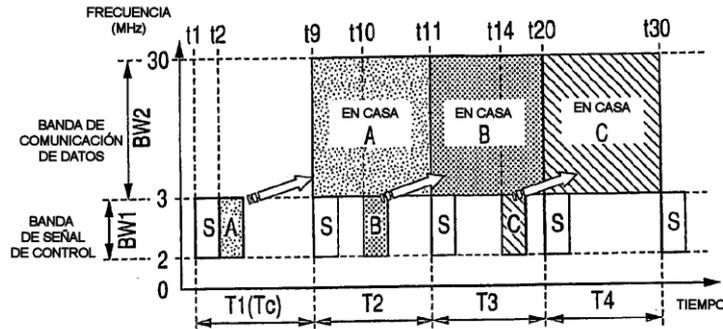


FIG. 7(b)

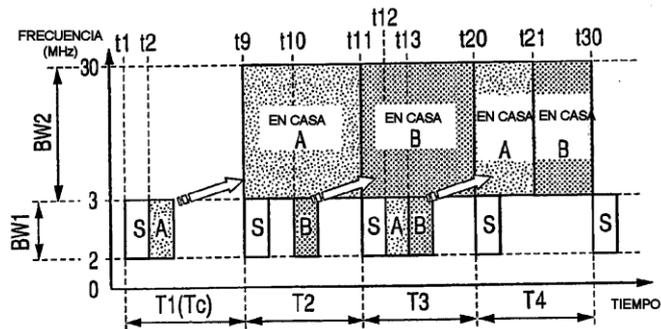


FIG. 7(c)

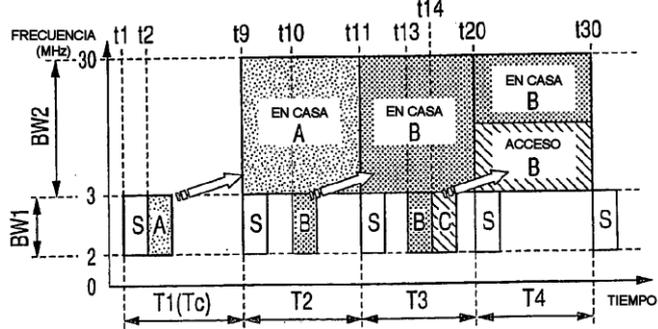


FIG. 8(a)

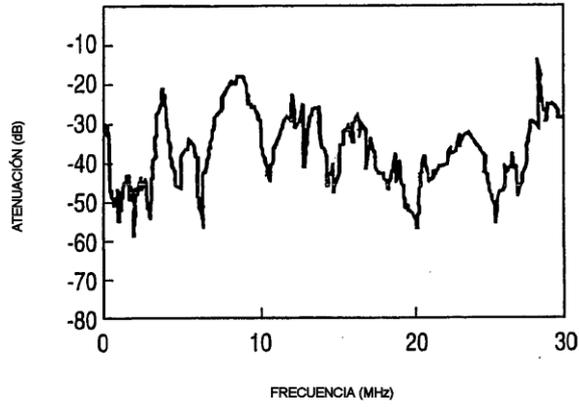


FIG. 8(b)

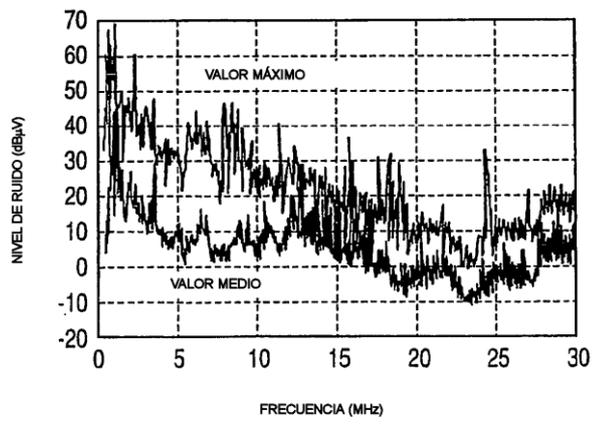


FIG. 9

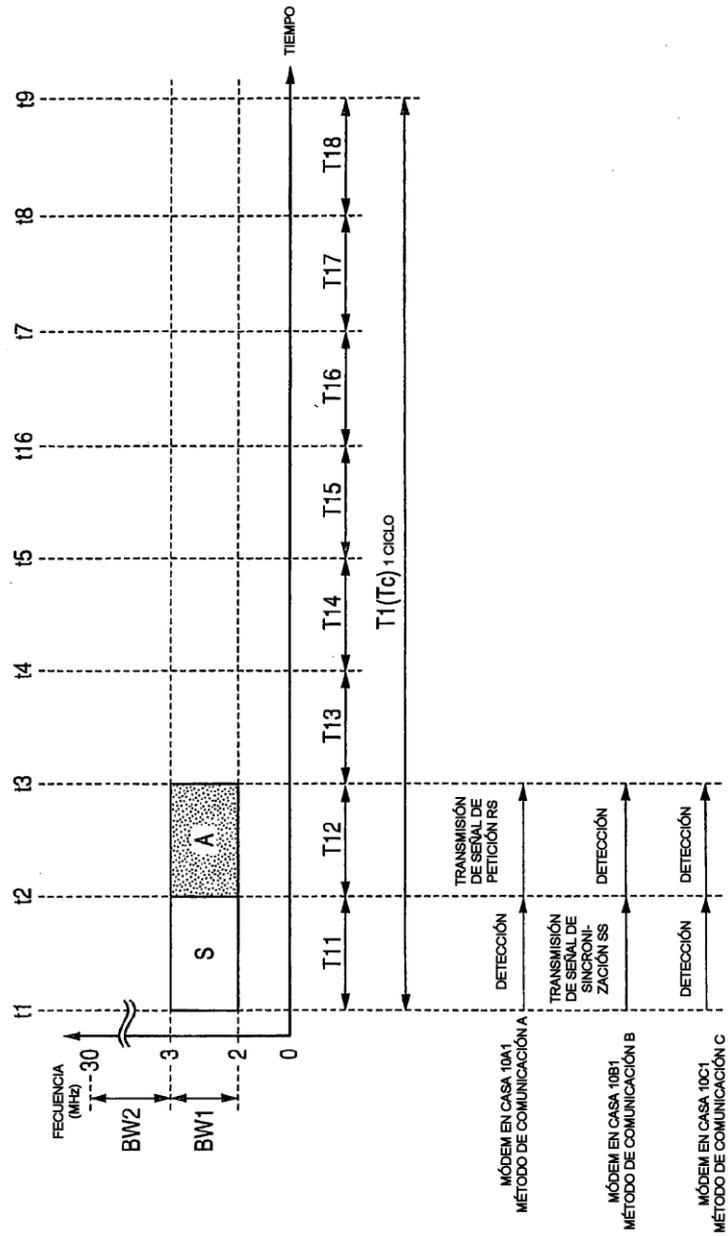


FIG. 10

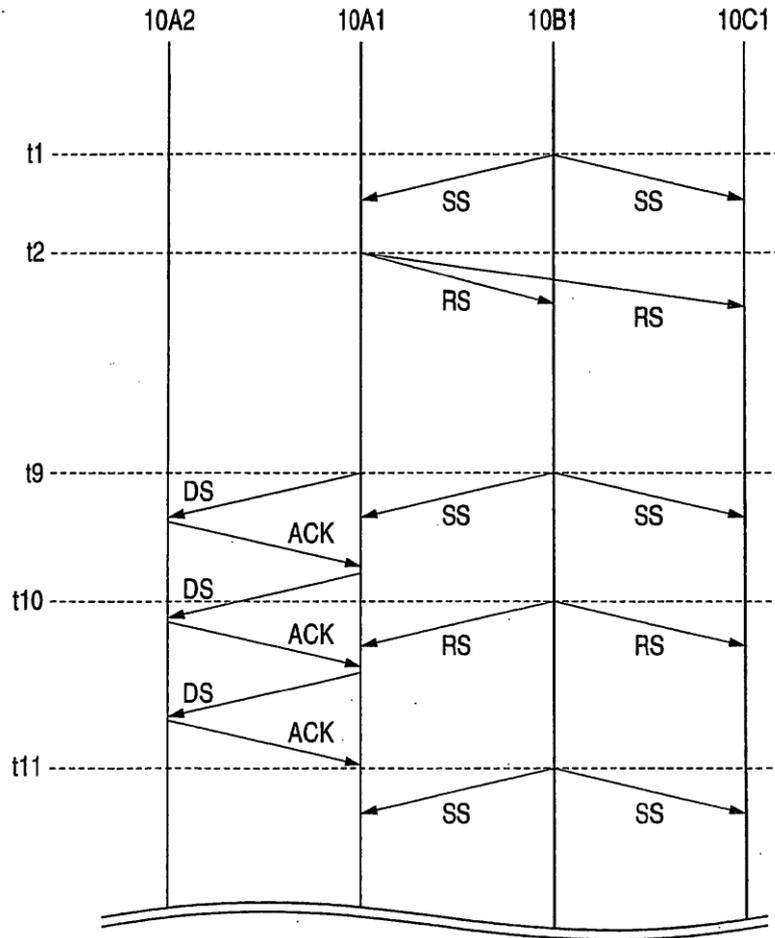


FIG. 11

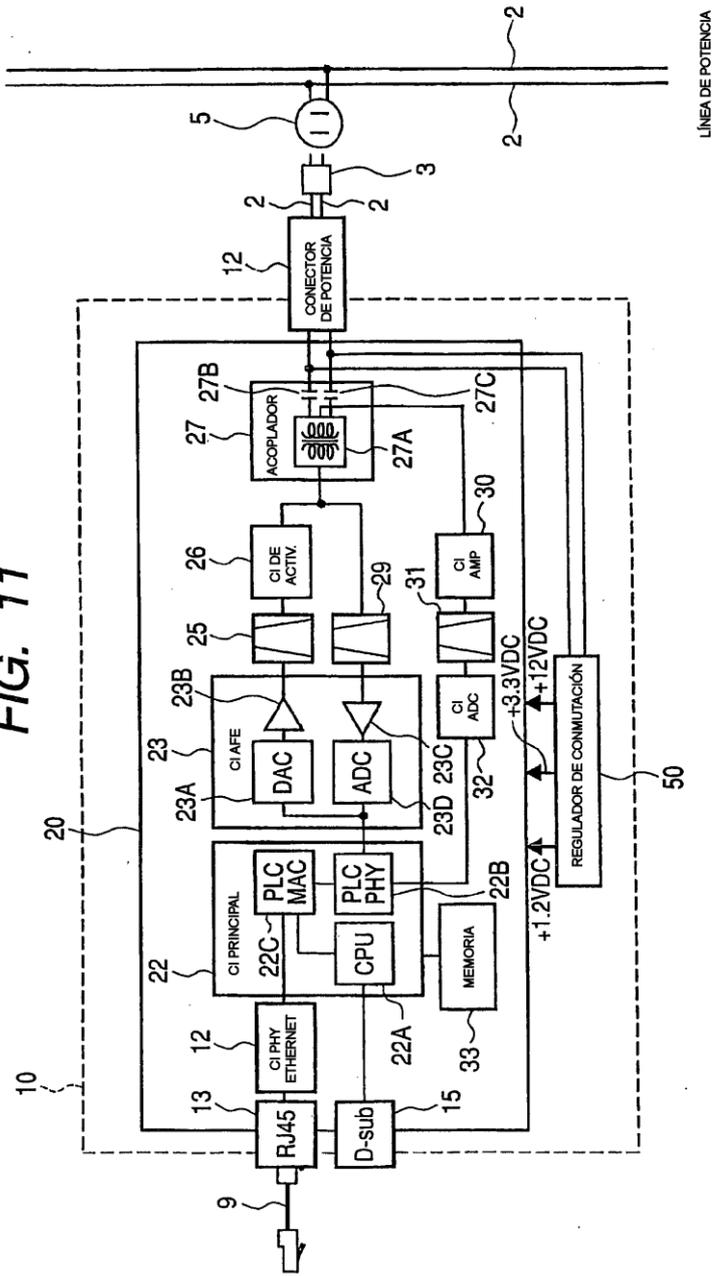


FIG. 12A

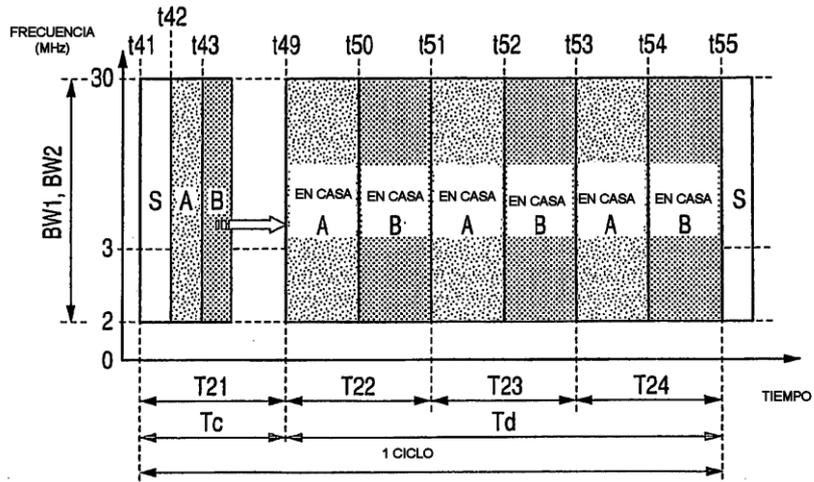


FIG. 12B

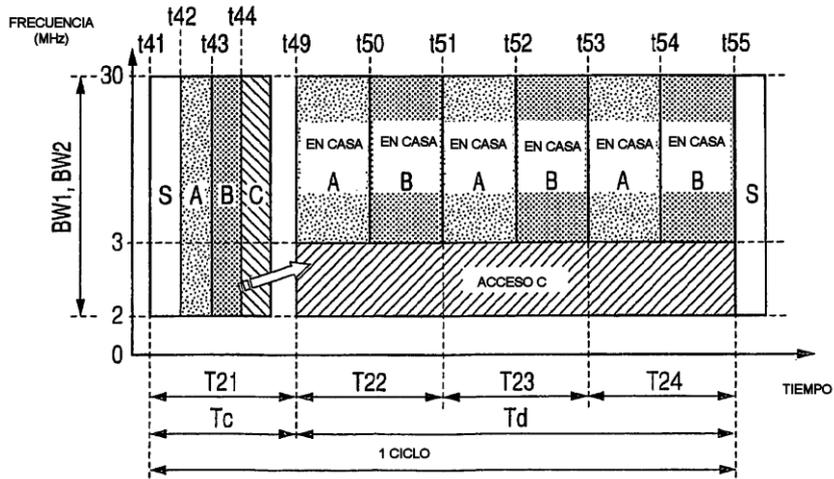


FIG. 13

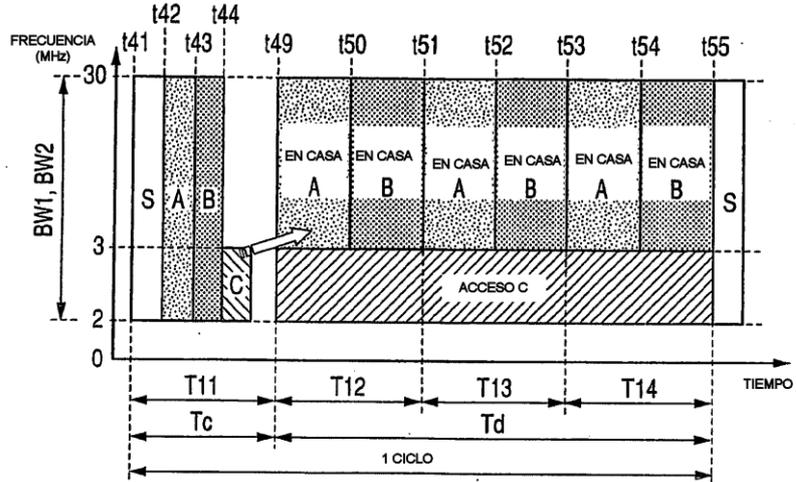


FIG. 14

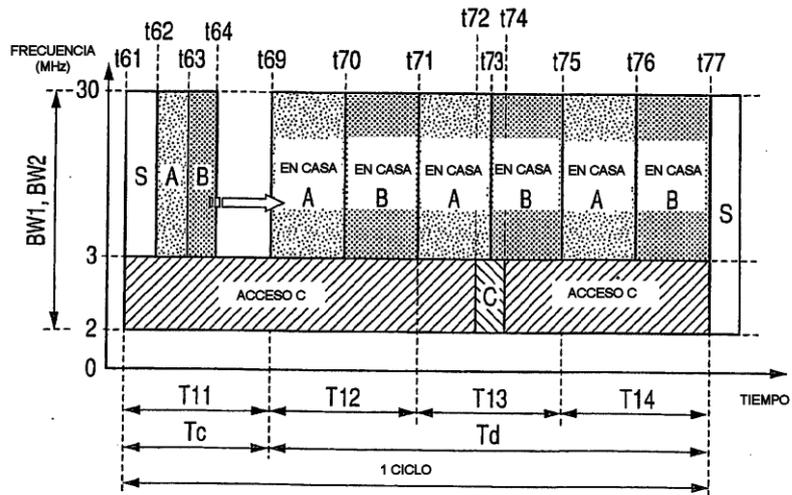


FIG. 16

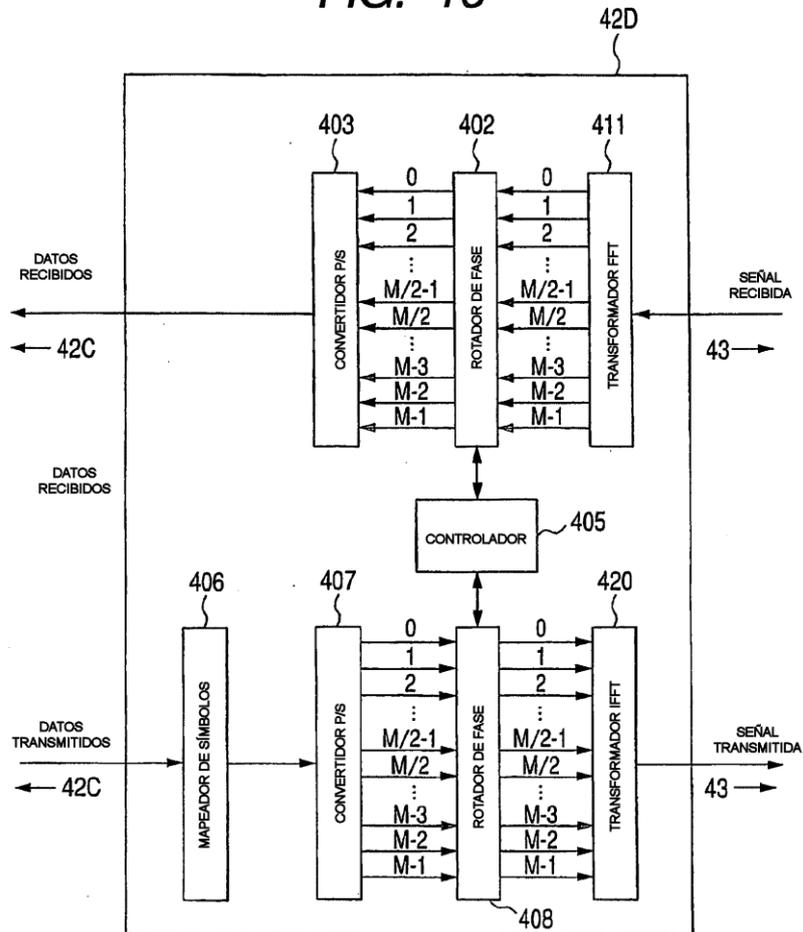


FIG. 17

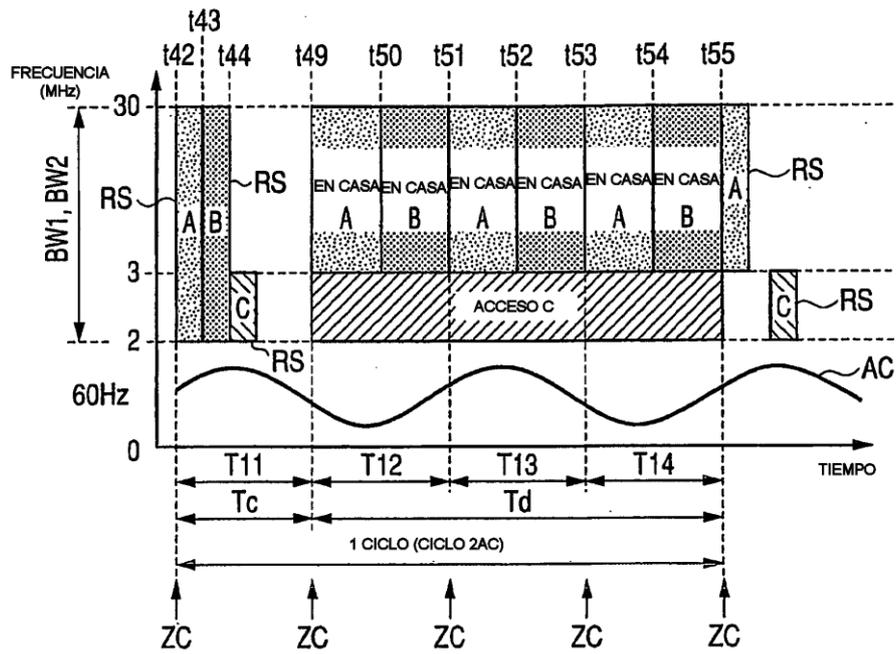


FIG. 18

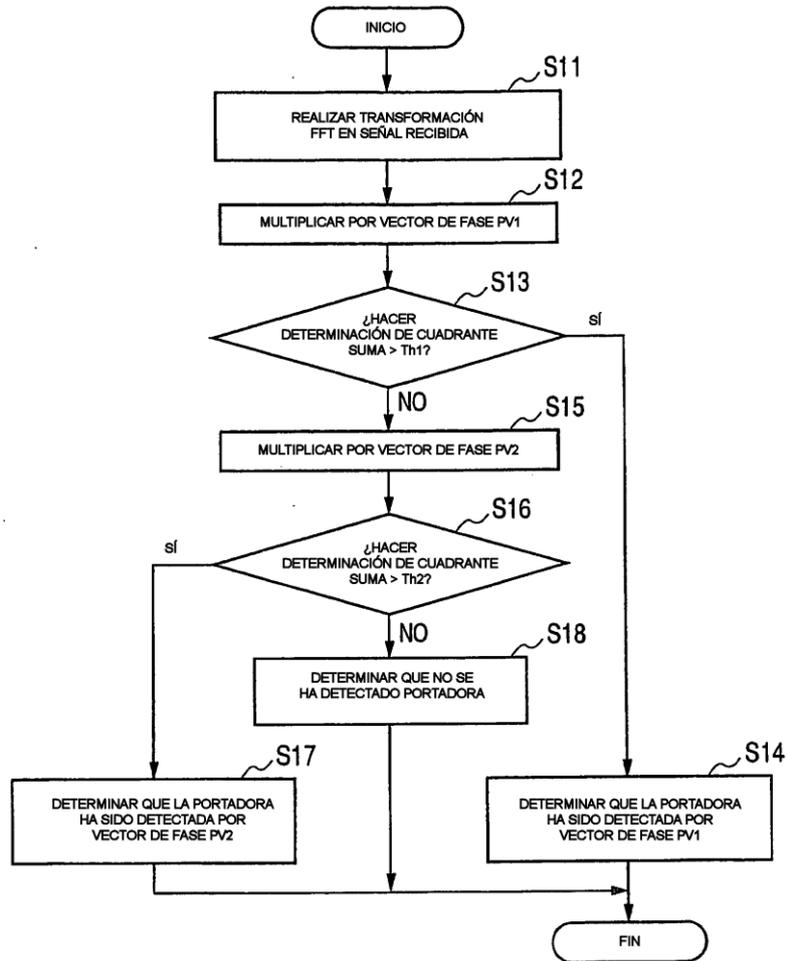


FIG. 19

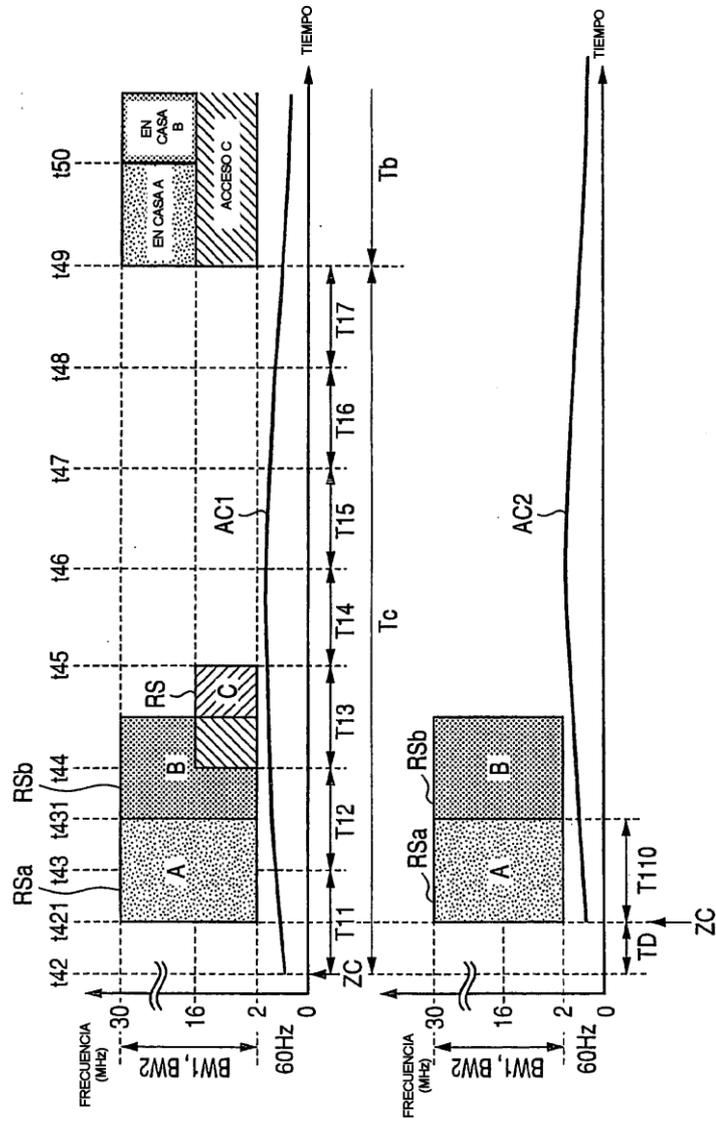


FIG. 20

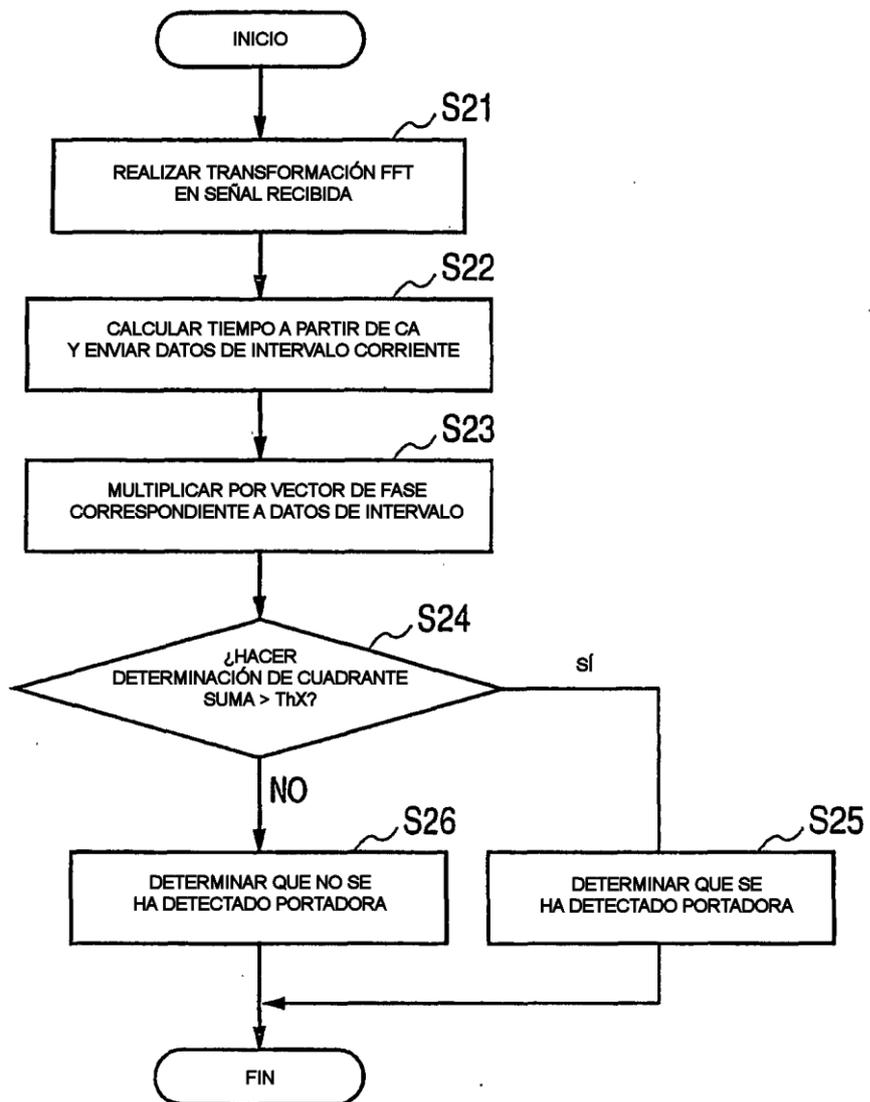


FIG. 21

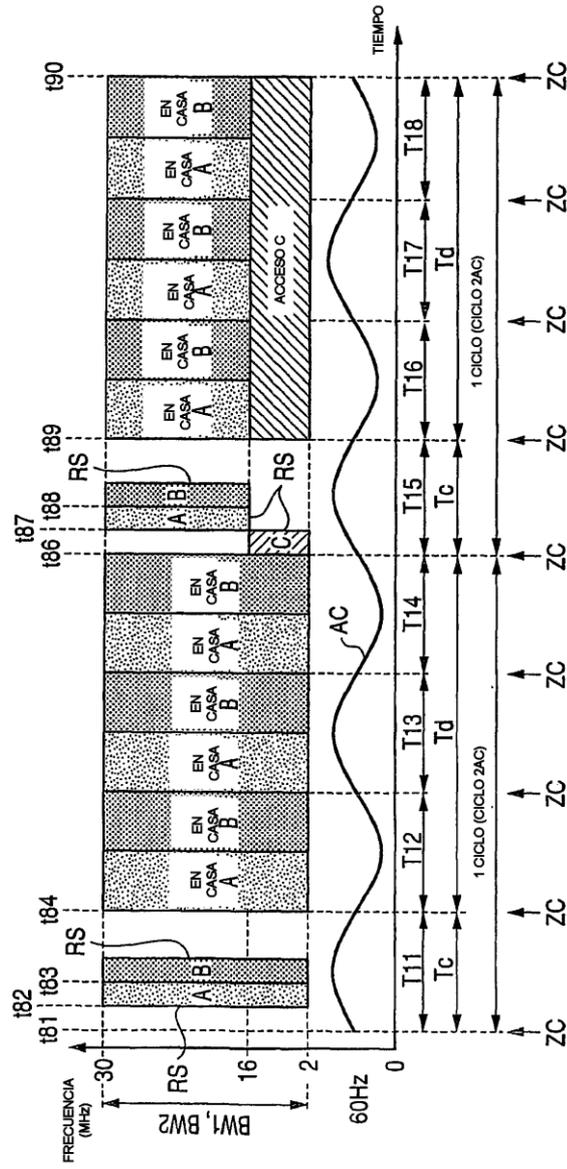


FIG. 22

