

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 835**

51 Int. Cl.:

**H04Q 11/04** (2006.01)

**H04B 3/32** (2006.01)

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04J 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2014** **E 14305610 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017** **EP 2938095**

54 Título: **Comunicación dúplex total sobre un medio de transmisión compartido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.07.2017**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)**  
**148/152 route de la Reine**  
**92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**COOMANS, WERNER;**  
**CHOW, HUNGKEI y**  
**MAES, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 625 835 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

Comunicación dúplex total sobre un medio de transmisión compartido

### Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a la comunicación dúplex total sobre un medio de transmisión compartido.

#### 5 Antecedentes técnicos de la invención

El paradigma DSL, incluyendo las técnicas de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) y de Multitono Discreto (DMT), que han demostrado ser particularmente eficaces para conseguir velocidades de datos muy altas sobre las plantas de cobre con anchuras de banda limitadas, ahora se consideran para medios de transmisión de alta calidad, tales como cables coaxiales.

10 Una planta cableada coaxial es un medio compartido Punto a Multi - Punto (P2MP) que conecta un nodo central a una pluralidad de terminales a través de segmentos coaxiales acoplados unos a los otros por medio de derivaciones, divisores / combinadores de potencia, acopladores y otros elementos similares.

15 La comunicación dúplex total se prevé como una manera de hacer un uso óptimo de la planta cableada. A las terminales todavía se les asignan bandas de frecuencia que no se superponen, aunque se puede usar el mismo conjunto de portadoras tanto para las comunicaciones en dirección descendente como en dirección ascendente, lo que produce una duplicación del rendimiento de los datos en comparación con la técnica semi - dúplex o Duplexado por División de Frecuencia (FDD). Algunos obstáculos técnicos aún deben ser superados.

20 Por ejemplo, la autointerferencia desde el trayecto de transmisión al trayecto de recepción dentro de un mismo transceptor (que será denominado eco en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue) deberá ser cancelada de una manera apropiada. Esto es posible porque tanto la señal de transmisión como la función de acoplamiento de retorno de bucle son conocidas por el transceptor. La cancelación de eco se puede implementar mediante circuitos híbridos y / o por medio de técnicas de postprocesamiento de señales, tales como filtros de Mínimos Cuadrados Medios (LMS), etc.

25 Además, la señal de transmisión en dirección ascendente procedente de un terminal se introduce en el trayecto en dirección descendente de otro terminal si los terminales tienen un aislamiento limitado. Por ejemplo, en una red de cable típica, el aislamiento de derivación a derivación sólo es de 20 a 25 dB. A diferencia de la señal de autointerferencia, esta interferencia inter - terminales no se puede eliminar porque la señal de transmisión no es conocida por el terminal receptor. Esta señal de interferencia agregará potencia a la señal de recepción directa desde la FCU ya que las dos señales no están correlacionadas y, por lo tanto, pueden causar el recorte de la señal en el transceptor y hacer que la señal de recepción directa sea indetectable. De hecho, la parte analógica de un transceptor está diseñada para una banda de frecuencia dada y fija, sin que importe que sólo un subconjunto de la misma esté realmente asignado para la comunicación.

30 Un sistema de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento EP 2 136 477 A1.

35 Para mitigar la interferencia inter - terminales en el receptor, un enfoque directo sería aumentar el rango dinámico de todos los receptores con el fin de que no fuesen recortados debido a esta señal de interferencia no deseada de alta potencia. Este enfoque, sin embargo, disminuiría la resolución de señal para la señal útil de menor potencia, y por lo tanto penalizaría el funcionamiento del enlace en dirección descendente.

### Sumario de la invención

40 Un objeto de la presente invención es superar las deficiencias e inconvenientes que se han mencionado más arriba de las soluciones de la técnica anterior y mejorar la comunicación dúplex total sobre un medio de transmisión compartido.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, un procedimiento para asignar recursos de transmisión a comunicaciones entre un nodo de acceso y una pluralidad de dispositivos de abonado acoplados a un medio de transmisión compartido comprende caracterizar la interferencia entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado sobre la transmisión compartida, agrupando los dispositivos de abonado altamente interferentes en grupos interferentes respectivos en base a la interferencia caracterizada de esa manera, y asignando intervalos de tiempo de transmisión disjuntos a la comunicación en dirección ascendente desde cualquier dispositivo de abonado de cualquier grupo interferente y a la comunicación en dirección descendente hacia cualquier otro dispositivo de abonado del mismo grupo interferente.

50 De acuerdo con otro aspecto de la invención, un controlador de recursos para asignar recursos de transmisión a comunicaciones entre un nodo de acceso y una pluralidad de dispositivos de abonado acoplados a un medio de

transmisión compartido, está configurado para caracterizar la interferencia entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado sobre el medio de transmisión compartido, para agrupar los dispositivos de abonado altamente interferentes en grupos interferentes respectivos en base a la interferencia caracterizada de esa manera y para asignar intervalos de tiempo de transmisión disjuntos a la comunicación en dirección ascendente desde cualquier dispositivo de abonado de cualquier grupo interferente y la comunicación en dirección descendente hacia cualquier otro dispositivo de abonado del mismo grupo interferente.

El controlador de recursos puede formar parte de un nodo de acceso cableado o inalámbrico, tal como una Unidad Coaxial de Fibra (FCU), una estación base de radio, un Controlador de Red de Radio (RNC), una Entidad de Gestión de Movilidad (MME) y otros similares, o puede formar parte de un gestor de red o un analizador de red, o pueden configurarse para ejecutarse en una o más plataformas informáticas genéricas (también conocidas como la nube).

En una realización de la invención, los primeros recursos de frecuencia asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia un primer dispositivo de abonado de un primer grupo interferente son reasignados a una comunicación en dirección descendente hacia otro segundo dispositivo de abonado del primer grupo interferente durante un intervalo de tiempo de transmisión que implica una comunicación en dirección ascendente activa desde el segundo dispositivo de abonado; y segundos recursos de frecuencia asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia el segundo dispositivo de abonado son reasignados a la comunicación en dirección descendente hacia el primer dispositivo de abonado durante otro intervalo de tiempo de transmisión adicional que implica una comunicación en dirección ascendente activa desde el primer dispositivo de abonado.

En una realización de la invención, los primeros recursos de frecuencia asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia un primer dispositivo de abonado de un primer grupo interferente son reasignados a una comunicación en dirección descendente hacia otro tercer dispositivo de abonado de otro segundo grupo interferente durante un intervalo de tiempo de transmisión que implica comunicaciones en dirección ascendente activas desde otro segundo dispositivo de abonado del primer grupo interferente y desde el tercer dispositivo de abonado; y terceros recursos de frecuencia asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia el tercer dispositivo de abonado son reasignados a la comunicación en dirección descendente hacia el primer dispositivo de abonado durante otro intervalo de tiempo de transmisión adicional que implica comunicaciones en dirección ascendente activas desde el primer dispositivo de abonado y desde otro cuarto dispositivo de abonado del segundo grupo interferente.

En una realización de la invención, la caracterización de interferencia comprende caracterizar las pérdidas de trayecto de los trayectos de acoplamiento respectivos entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.

En una realización de la invención, la caracterización de interferencia comprende caracterizar niveles de potencia de transmisión y / o de recepción en los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.

En una realización de la invención, la caracterización de interferencia comprende llevar a cabo mediciones de interferencia sobre el medio de transmisión compartido entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.

Las mediciones de interferencia pueden llevarse a cabo fuera de línea o en línea, por ejemplo, por medio de secuencias piloto mutuamente ortogonales que modulan las señales piloto respectivas transmitidas por los dispositivos de abonado respectivos.

En una realización de la invención, el agrupamiento comprende comparar niveles de interferencia individuales o agregados incurridos por los respectivos dispositivos de la pluralidad de dispositivos de abonado desde otros dispositivos de abonado con respecto a umbrales de interferencia sostenibles respectivos.

En una realización de la invención, las comunicaciones en dirección descendente y en dirección ascendente con la pluralidad de dispositivos de abonado son comunicaciones dúplex total definidas sobre un conjunto común de recursos de frecuencia.

Los terminales están organizados en primer lugar en diferentes grupos interferentes dependiendo de las pérdidas de acoplamiento respectivas de unos con los otros. Por ejemplo, todos los terminales conectados a las derivaciones de un único divisor en una planta cableada pueden formar un grupo. Dentro de cada uno de estos grupos interferentes, la transmisión en dirección ascendente de un dispositivo de abonado y la transmisión en dirección descendente de otro dispositivo de abonado no pueden ocurrir simultáneamente y se utilizarán intervalos de tiempo de transmisión disjuntos. Dependiendo de la condición de tráfico instantáneo o de los requisitos de calidad de servicio (QoS), el nodo de acceso asigna recursos de frecuencia y tiempo a cada terminal de tal manera que se respeta la restricción anterior. De este modo, se evita la interferencia inter - terminales dañina mientras se mantiene la capacidad total de la transmisión dúplex total.

### Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros objetos y características de la invención se harán más evidentes y la invención en sí se entenderá mejor haciendo referencia a la descripción que sigue de una realización tomada en conjunto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- 5           – la figura 1 representa una realización particular de una planta coaxial; y
- la figura 2A representa un esquema de asignación de recursos de acuerdo con la técnica anterior; y
- las figuras 2B, 2C y 2D representan tres esquemas de asignación de recursos de acuerdo con la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

10   En la figura 1 se ve parte de un sistema de comunicaciones de Fibra Híbrida Coaxial (HFC) 1 que comprende una FCU 11 acoplada al Equipo en las Instalaciones del Cliente (CPE) 41 a 47 por medio de una planta cableada y a una red de operador (no mostrada) por medio de uno o más enlaces ópticos 81.

La planta cableada comprende segmentos coaxiales primarios 51 y 52, segmentos coaxiales secundarios 61 a 64 y segmentos coaxiales terciarios 71 a 77. El segmento coaxial primario 51 acopla la FCU 11 a la entrada P1 de una primera derivación de dos vías 21 (o Derivación 1) y el segmento coaxial primario 52 acopla el puerto de salida P2 de la derivación 21 al puerto de entrada P3 de otra segunda derivación dos vías 22 (o Derivación 2). Las derivaciones 21 y 22 comprenden además puertos de derivación T1 a T4 para la conexión a CPE o divisores adicionales. Actualmente, el puerto de derivación T1 de la derivación 21 está acoplado por medio de un segmento coaxial secundario 61 al puerto de entrada P5 de un divisor 31, cuyos puertos de derivación T11 y T12 están acoplados por medio de los segmentos coaxiales terciarios 71 y 72 a los CPE 41 y 42 (o CPE1 y CPE2); El puerto de derivación T2 de la derivación 21 está acoplado por medio de un segmento coaxial secundario 62 al puerto de entrada P6 de un divisor 32, cuyos puertos de derivación T13 y T14 están acoplados por medio de los segmentos coaxiales terciarios 73 y 74 a los CPE 43 y 44 (o CPE3 y CPE4); El puerto de derivación T3 de la derivación 22 está acoplado por medio de un segmento coaxial secundario 63 al puerto de entrada P7 de un divisor 33, cuyos puertos de derivación T15 y T16 están acoplados por medio de los segmentos coaxiales terciarios 75 y 76 a los CPE 45 y 46 (o CPE5 y CPE6); y por último, el puerto de derivación T4 de la derivación 22 está acoplado por medio de un segmento coaxial secundario 64 al puerto de entrada P8 de un divisor 34, cuyo puerto de derivación T17 está acoplado por medio de un segmento coaxial terciario 77 al CPE 47 (o CPE7), mientras que el puerto de derivación T18 se deja abierto (normalmente con una impedancia coincidente).

30   La planta cableada puede comprender otras derivaciones, divisores y CPE, interconectados posiblemente de una manera diferente. La topología particular trazada en la figura 1 es sólo una de muchas, y sólo sirve como un ejemplo ilustrativo para la descripción que se proporcionará más adelante.

Las pérdidas de acoplamiento inducidas por las derivaciones 21 y 22 y los divisores 31 a 34 dependen de su arquitectura de hardware exacta y su implementación, y pueden variar de un tipo de acoplador a otro, y además de un fabricante a otro. Sin embargo, hay algunas características genéricas de acoplamiento que son dignas de mención.

La pérdida de trayecto del trayecto de acoplamiento bidireccional entre el puerto de entrada P1 y el puerto de salida P2 de la derivación 21, respectivamente el puerto de entrada P3 y el puerto de salida P4 de la derivación 22, varía típicamente de 1 a 3 dB. Se supondrá en la presente memoria descriptiva y a continuación que esta pérdida de trayecto es de 2 dB. La pérdida de trayecto entre los puertos primarios P1 y los puertos de derivación respectivos T1 o T2, respectivamente entre el puerto primario P3 y los puertos de derivación respectivos T3 o T4, es más alta, variando generalmente de 8 a 27 dB dependiendo de la distancia a la FCU 11. Se supondrá en la presente memoria descriptiva y a continuación que esta pérdida de trayecto es de 17 dB. Las pérdidas de trayecto entre el puerto de entrada y los puertos de derivación respectivos de los divisores 31 a 34 es típicamente de aproximadamente 4 dB para un divisor de dos vías. Se supondrá en la presente memoria descriptiva y a continuación que esta pérdida de trayecto es de 4 dB. Las derivaciones 21 y 22 evitan que la señal de retorno en dirección ascendente recibida en sus puertos de salida se acople nuevamente dentro de los puertos de derivación. Esta pérdida de trayecto es típicamente de aproximadamente 30 dB, y se supondrá en la presente memoria descriptiva y a continuación que esta pérdida de trayecto es de este valor. Finalmente, los puertos de derivación de las derivaciones 21 y 22 y de los divisores 31 a 34 están aislados unos de los otros por una pérdida de trayecto en el intervalo de 20 a 25 dB y se supondrá en la presente memoria descriptiva y a continuación que esta pérdida de trayecto es de 23 dB. Las pérdidas de trayecto respectivas y los valores asumidos correspondientes se han representado gráficamente en la figura 1.

La FCU 11 comprende un transceptor, al igual que las CPE 41 a 47 (no mostradas). Un transceptor incluye típicamente un Procesador de Señal Digital (DSP) y un Extremo Frontal Analógico (AFE).

5 El AFE comprende un Convertidor Digital a Analógico (DAC) y un Convertidor Analógico a Digital (ADC), un filtro de transmisión y un filtro de recepción para confinar la energía de la señal dentro de las bandas de frecuencia de comunicación apropiadas mientras que rechaza la interferencia fuera de banda, un impulsor de línea para amplificar la señal de transmisión y para impulsar el medio de transmisión, y un Amplificador de Bajo Ruido (LNA) para amplificar la señal de recepción con el menor ruido posible.

El AFE comprende además un híbrido para acoplar la salida del transmisor al medio de transmisión y el medio de transmisión a la entrada del receptor mientras se alcanza una relación de acoplamiento transmisor - receptor baja. El AFE o el DSP también acomoda un filtro de cancelación de eco para reducir la señal de eco en una extensión adicional.

10 El AFE comprende, además, circuitería de adaptación de impedancia para adaptarse a la impedancia característica del medio de transmisión, y algunos circuitos de protección contra sobretensiones y aislamiento.

El DSP está configurado para operar canales de comunicación en dirección descendente y en dirección ascendente para transportar tráfico de usuario sobre el medio coaxial.

15 El DSP está configurado además para operar canales de control en dirección descendente y en dirección ascendente que se utilizan para transportar tráfico de control, tal como comandos y respuestas de diagnóstico o de gestión. El tráfico de control se multiplexa con el tráfico del usuario sobre el medio de transmisión.

Más específicamente, el DSP es para codificar y modular datos de usuario y de control en símbolos de datos digitales, y para demodular y decodificar datos de usuario y de control a partir de símbolos de datos digitales.

Las siguientes etapas de transmisión se realizan típicamente dentro del DSP:

- 20
- Codificación de datos, tales como multiplexación de datos, enmarcado, aleatorización, codificación de corrección de errores e intercalado;
  - Modulación de señal, que comprende las etapas de ordenar las portadoras de acuerdo con una tabla de ordenación de portadoras, analizar la corriente de bits codificada de acuerdo con las cargas de bits de las portadoras ordenadas y asignar cada segmento de bits a un punto de constelación de transmisión apropiado con amplitud y fase de portadora respectivas), posiblemente con codificación Trellis;
- 25
- Escalado de señal;
  - Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT);
  - Inserción de prefijo cíclico (CP); y posiblemente
  - Ventana de tiempo.

30 Las siguientes etapas de recepción se realizan típicamente dentro del DSP:

- Retirada del CP y, posiblemente, de la ventana de tiempo;
  - Transformada Rápida de Fourier (FFT);
  - Ecuación de Frecuencia (FEQ);
- 35
- Demodulación y detección de señales, que comprende las etapas de aplicar a cada una y a todas las muestras de frecuencia ecualizada una rejilla de constelación apropiada, cuyo patrón depende de la carga de bits de la portadora respectiva, detectar el punto de constelación de transmisión esperado y la correspondiente secuencia binaria de transmisión codificada, posiblemente con la decodificación Trellis, y reordenar todos los segmentos de bits detectados de acuerdo con la tabla de ordenación de portadora; y
- 40
- Decodificación de datos, tales como desintercalado de datos, corrección de errores, dealeatorización, delimitación de trama y demultiplexación.

Algunas de estas etapas de transmisión o recepción pueden omitirse, o pueden estar presentes algunos pasos adicionales, dependiendo de la tecnología de comunicación digital exacta que se esté utilizando.

45 La comunicación sobre la planta coaxial es dúplex total y está definida sobre un conjunto común de portadoras ortogonales, lo que significa que el mismo conjunto de portadoras se utiliza tanto para las comunicaciones en dirección descendente (desde la FCU hacia los CPE) como en dirección ascendente (desde los CPE hacia la FCU). Por lo tanto, la capacidad agregada es el doble en comparación con técnicas legadas tales como el FDD desplegado para

las tecnologías DOCSIS o xDSL, o Duplexado por División en el Tiempo (TDD) como se prevé para futuros despliegues de G.Fast. Sin embargo, el duplexado total no implica que las portadoras utilizadas por todos y cada uno de los usuarios sean iguales: a cada usuario se le asignarán bandas de frecuencias que no se superpongan dentro de la banda de frecuencia común.

- 5 Con el fin de adaptar dinámicamente los patrones de tráfico reales de los usuarios respectivos, los recursos de transmisión se dividen en función del tiempo y en función de la frecuencia. Un bloque de frecuencias particular (que comprende típicamente un número dado de portadoras) dentro de un intervalo de tiempo particular se denomina Bloque de Recursos de Transmisión (TRB).

10 La FCU 11 comprende además un controlador de recursos 12 (o CTRL) que asigna los TRB disponibles en base a las demandas de tráfico de los usuarios respectivos, así como a su grado de servicio respectivo y en otros criterios de programación. Un TRB está asignado a una dirección particular de comunicación para un usuario particular. Debido a la transmisión dúplex total, el mismo TRB se puede asignar a la dirección opuesta de comunicación para el mismo u otro usuario.

15 Más formalmente, se indica como  $D_{ti}$  el conjunto de portadoras utilizado para la comunicación con el usuario  $i$  durante el intervalo de tiempo  $t$ ; y  $U_{ti}$  es el conjunto de portadoras utilizado para la comunicación en dirección ascendente con el usuario  $i$  durante el intervalo de tiempo  $t$ . Las limitaciones anteriores se expresan formalmente como:

$$D_{ti} \cap D_{tj} = \emptyset \quad \forall t, \forall \{i, j\} \quad (1),$$

y

$$U_{ti} \cap U_{tj} = \emptyset \quad \forall t, \forall \{i, j\} \quad (2).$$

20 Con la transmisión dúplex total, se podría esperar que todos los CPE recibiesen y transmitiesen siempre sobre sus respectivas bandas de frecuencia. Sin embargo, debido a la cuestión que se ha mencionado más arriba respecto a la interferencia en dirección ascendente y en dirección descendente, se requiere algún esquema inteligente de división de tiempo que mitigue sustancialmente estas interferencias al mismo tiempo que se preserve el funcionamiento de la operación dúplex total.

25 Con este propósito, el controlador de recursos 12 está configurado para caracterizar el nivel de interferencia entre los respectivos CPE 41 a 47 con el fin de aislar los terminales fuertemente interferentes dentro de los denominados grupos interferentes e imponer algunas restricciones de transmisión dentro de cada grupo interferente como se describirá más adelante en la descripción.

30 Como una primera realización, el controlador de recursos 12 busca características de la planta cableada y de las comunicaciones de datos sobre la planta cableada desde un repositorio local (por ejemplo, desde una Base de Información de Gestión o MIB) y / o por la comunicación con los respectivos transceptores. Estas características se utilizan entonces para calcular la interferencia en dirección ascendente y en dirección descendente entre los CPE respectivos 41 a 47.

35 El controlador de recursos 12 busca la topología de red, es decir, qué equipo está conectado a cual otra pieza de equipo, así como las características de acoplamiento de las unidades de acoplamiento, a saber, las pérdidas de acoplamiento entre los respectivos puertos de las derivaciones 21 y 22 y los divisores 31 a 34 como se ha mencionado más arriba. A continuación, ignorando las pérdidas de inserción de los segmentos coaxiales, el controlador de recursos 12 calcula valores aproximados para las pérdidas de trayecto entre los CPE respectivos.

40 Se espera que las pérdidas de trayecto sean simétricas, lo que significa que la pérdida de trayecto de un CPE dado hacia otro CPE y la pérdida de trayecto inverso de ese otro CPE hacia el CPE dado se supone que son aproximadamente iguales.

Por ejemplo, la pérdida de trayecto entre los CPE 41 y 42 es aproximadamente igual a - 23 dB; la pérdida de trayecto entre los CPE 41 y 43 (o 44) es aproximadamente igual a - 4 - 23 - 4 = - 31 dB; y la pérdida de trayecto entre los CPE 41 y 45 (o 46 o 47) es aproximadamente igual a - 4 - 30 - 17 - 4 = - 55 dB.

45 Por lo tanto, y con conocimiento de las potencias de transmisión utilizadas para la comunicación en dirección ascendente por los CPE respectivos, el controlador de recursos 12 calcula una estimación del nivel de potencia de interferencia incurrido  $I_i$  en un CPE  $CPE_i$  dado suponiendo que todos los CPE  $CPE_j$  están transmitiendo concurrentemente en dirección ascendente. El nivel de potencia de interferencia  $I_i$  se calcula como la suma de las potencias de transmisión en dirección ascendente respectivas de estos otros CPE  $CPE_j$  ponderados por las pérdidas de trayecto respectivas entre estos CPE  $CPE_j$  y el CPE  $CPE_i$  dado:

$$I_i = \sum_{j \neq i} |H_{ij}|^2 P_j^U \quad (3),$$

en la que  $H_{ij}$  indica la función de transferencia o acoplamiento desde el CPE CPEj al CPE CPEi, y  $P_j^U$  indica la potencia de transmisión en dirección ascendente en el CPE CPEj. La dependencia de la frecuencia se ha omitido voluntariamente aquí con el fin de reducir las pérdidas de trayecto y los niveles de interferencia correspondientes a factores escalares simples.

El controlador de recursos 12 puede obtener algo más de retrospectiva sobre las deficiencias inducidas en el AFE del CPE CPEi a causa de la transmisión en dirección ascendente simultánea de los otros CPE CPEj comparando los niveles de interferencia globales calculados de esta manera  $I_i$  con la potencia de recepción  $P_i^D$  en la entrada del CPE CPEi que consiste en la señal de recepción directa en dirección descendente desde la FCU 11 y el eco de la propia transmisión en dirección ascendente del CPEi:

$$P_i^D = |H_{i0}|^2 P_0^D + |H_{ii}|^2 P_i^U \quad (4),$$

en la que  $H_{i0}$  indica la función de acoplamiento desde la FCU 11 al CPE CPEi,  $H_{ii}$  indica la función de acoplamiento de eco dentro del CPE CPEi,  $P_0^D$  indica la potencia de transmisión en dirección descendente en la FCU 11, y  $P_i^D$  indica la potencia de recepción en dirección descendente en el CPE CPEi.

Los parámetros  $H_{i0}$  y  $H_{ii}$  puede ser medidos por el CPE CPEi, reportado en retorno a la FCU 11, y utilizado en combinación con  $P_0^D$  y  $P_i^U$  conocidos para producir  $P_i^D$ . Alternativamente, la potencia de recepción  $P_i^D$  puede ser medida por el CPE CPEi mientras que otros CPE están silentes, y se reporta en retorno a la FCU 11.

Se espera que, sin esas interferencias  $I_i$ , la señal de entrada sea escalada por algún factor  $\alpha$  por un Amplificador de Ganancia Automático (AGC) para hacer coincidir alguna tensión de referencia  $V_{ref}$  en la entrada del ADC, o alternativamente:

$$\alpha^2 P_i^D = V_{ref}^2 \equiv P_{ref} \quad (5).$$

La referencia de tensión  $V_{ref}$  es determinada en base al intervalo nominal de tensión de entrada soportado por el ADC, teniendo en cuenta debidamente la Relación de Pico - a - Promedio (PAR) esperada de la señal de entrada.

Teniendo en cuenta ahora la interferencia  $I_i$  de dirección ascendente a dirección descendente incurrida de los otros CPE CPEj, y asumiendo que la señal de entrada sigue siendo escalada por algunos factores  $\beta$  para coincidir con la tensión de referencia  $V_{ref}$ , se tiene:

$$\beta^2 (P_i^D + I_i) = \beta^2 (|H_{i0}|^2 P_0^D + \sum_j |H_{ij}|^2 P_j^U) = P_{ref} = \alpha^2 P_i^D,$$

lo que significa que la reducción de ganancia  $\beta / \alpha$  de la señal directa asumiendo que todos los demás CPE CPEj están transmitiendo, está dada por:

$$(\beta/\alpha)^2 = \frac{P_i^D}{(P_i^D + I_i)} = \frac{|H_{i0}|^2 P_0^D}{(|H_{i0}|^2 P_0^D + \sum_j |H_{ij}|^2 P_j^U)} < 1 \quad (6).$$

Si el suelo de ruido está determinado en su mayor parte por el ruido de cuantificación del ADC (lo cual es generalmente el caso), entonces la ecuación (6) produce la reducción esperada de SNR en el CPEi. Para mitigar este impedimento, el controlador de recursos 12 organiza los CPE en grupos interferentes.

Como una posible implementación, el algoritmo funcionaría de la siguiente manera. Un CPEi dado se selecciona como víctima. Los otros CPE CPEj se ordenan de acuerdo con su nivel de interferencia respectivo  $|H_{ij}|^2 P_j^U$  con la víctima CPE CPEi, empezando desde el interferente más débil hasta el interferente más fuerte. La contribución del interferente más débil se añade primero a la ecuación (6) únicamente, produciendo un primer valor de reducción de ganancia. Se reitera el proceso añadiendo el siguiente interferente en la lista ordenada junto con el más débil, y así sucesivamente hasta que la reducción de ganancia calculada sobrepase un umbral dado. Este último CPE, que ha causado una violación del umbral, así como los demás CPE cuya contribución no se ha tenido en cuenta hasta el momento y que también habrían causado una violación similar puesto que su contribución es aún mayor, se asignan al mismo grupo interferente que el CPE CPEi. Como paso optativo adicional, se puede empezar de nuevo con otro

CPE de ese grupo como CPE víctima y se comprueba si el contenido del grupo permanece sin cambios, o si se deben agregar nuevos CPE al grupo. El algoritmo continúa con otro CPE no asignado a ningún grupo interferente hasta el siguiente CPE víctima, y hasta que todos los CPE se hayan organizado correctamente en grupos interferentes.

- 5 Se debe observar que un grupo interferente puede comprender un único CPE solamente si la interferencia total producida de todos los otros CPE no excede el umbral configurado.

Alternativamente, y sin contabilizar la potencia de la señal de recepción directa, se pueden calcular aproximadamente las pérdidas de acoplamiento individuales entre un CPE víctima dado y los otros CPE, y seleccionar el CPE cuya pérdida de acoplamiento individual hacia el CPE víctima es inferior a un umbral predeterminado que está dentro del mismo grupo interferente que el CPE víctima. Este algoritmo es más simple pero menos preciso.

10 Como ejemplo ilustrativo, los CPE 41 y 42 se agrupan en el grupo interferente G1, ya que experimentan entre sí una pérdida de trayecto de - 23 dB que puede ser perjudicial a su comunicación en dirección descendente. Los CPE 43 y 44 son probablemente un caso marginal a - 31 dB, y podrían agregarse, o no, al mismo grupo interferente G1. Con el propósito de ilustración, se supone que esta pérdida de trayecto es suficientemente alta y se añaden a un grupo interferente G2 diferente. No se espera que los CPE 45 y 46 afecten sustancialmente las comunicaciones en dirección descendente de los CPE 41 a 44, ya que su pérdida de trayecto es de - 55 dB. Los CPE 45 y 46 se agrupan así en un tercer grupo interferente G3. El CPE 47 se deja solo dentro del grupo interferente G4 ya que la interferencia incurrida de todos los demás CPE se considera aceptable. Los grupos interferentes G1 a G4 correspondientes se han representado gráficamente en la figura 1.

20 Todavía alternativamente, el controlador de recursos 12 puede organizar los CPE en grupos interferentes en base a las mediciones de interferencia realizadas sobre la planta cableada. Las mediciones de interferencia pueden realizarse en línea, fuera de línea o durante una fase de inicialización o diagnóstico específica.

25 Por ejemplo, a los CPE 41 a 47 y a la FCU 11 se les asignan secuencias piloto mutuamente ortogonales, tales como las derivadas de, por ejemplo, secuencias de Walsh - Hadamard, para la modulación de símbolos piloto. Las portadoras piloto de los símbolos piloto son moduladas en 4 - QAM por los sucesivos dígitos piloto de las secuencias piloto respectivas y transmiten uno de dos puntos de constelación complejos, ya sea '1 + j' correspondiente a '+1' o '-1 - j' correspondiente a '-1'.

30 Los símbolos piloto son transmitidos sincronamente por todos los transceptores conectados a la instalación de cable durante las posiciones de símbolo reservadas. Para caracterizar la interferencia en toda la gama de frecuencias, las portadoras piloto son portadoras representativas del conjunto común de portadoras, con independencia de que las portadoras se utilicen para la comunicación real de datos con los CPE respectivos.

35 Durante la transmisión de los símbolos piloto, los transceptores también miden los errores del recortador de los símbolos piloto recibidos. El error del recortador se mide para cada portadora piloto de cada símbolo piloto y comprende tanto la parte real como la imaginaria del vector de diferencia entre la muestra de frecuencia recibida y debidamente ecualizada y el punto de constelación sobre el cual se desmapea esta muestra de frecuencia, o entre la muestra de frecuencia recibida y un punto de constelación conocido que se ha utilizado para la transmisión. Los errores del recortador medidos sucesivamente se informan entonces al controlador de recursos 12. Se puede utilizar una decimación de frecuencia para reducir el tamaño de los informes de error.

40 La potencia de las señales piloto también se puede aumentar gradualmente para evitar cualquier recorte de señal en los AFE de los CPE y las polarizaciones de estimación correspondientes.

45 Las sucesivas muestras de error, medidas por un CPE CPEi víctima dado, se correlacionan a continuación con la secuencia piloto correspondiente utilizada por un CPE CPEj interferente dado con el fin de obtener (después de alguna normalización de potencia) la contribución de ese CPE CPEj particular. Puesto que las secuencias piloto son mutuamente ortogonales, las contribuciones de los otros CPE interferentes se reducen a cero después de este paso de correlación.

Por lo tanto, el controlador de recursos 12 puede obtener un conocimiento exacto de la magnitud con relación a la frecuencia de las funciones de acoplamiento entre la FCU 11 y los CPE 41 a 47 respectivos, así como entre los CPE 41 a 47 respectivos. Esta información se utiliza entonces para organizar adecuadamente los CPE en grupos interferentes. Esta solución es además ventajosa puesto que no se necesita mantener datos topológicos.

50 Se pueden utilizar alternativamente señales piloto que son transmitidas secuencialmente por los CPE respectivos 41 a 47, uno por uno. Se podría usar, por ejemplo, una Secuencia Binaria Pseudo Aleatoria (PRBS) para modular las señales piloto. La PRBS puede ser regenerada en el lado de recepción para determinar la muestra exacta de frecuencia de transmisión y por lo tanto el vector de error correspondiente.

Una vez que los grupos interferentes han sido definidos apropiadamente, el controlador de recursos 12 impone algunas restricciones de transmisión dentro de cada grupo interferente: la transmisión en dirección ascendente desde cualquier CPE de un grupo interferente dado está configurada de tal manera que no colisiona contra la transmisión en dirección descendente hacia cualquier otro CPE del mismo grupo interferente. Sin embargo, la transmisión en dirección ascendente desde cualquier CPE de un grupo interferente dado puede tener lugar concomitantemente con la transmisión en dirección descendente hacia ese mismo CPE. Más formalmente, esto se traduce matemáticamente en las siguientes restricciones de asignación:

$$\forall \{t, k\}, \exists i \in G_k: U_{ti} \neq \emptyset \rightarrow \forall j \neq i \in G_k: D_{tj} = \emptyset \quad (7),$$

o

$$\forall \{t, k\}, \exists i \in G_k: D_{ti} \neq \emptyset \rightarrow \forall j \neq i \in G_k: U_{tj} = \emptyset \quad (8),$$

en las que, de nuevo  $D_{ti}$ , respectivamente  $U_{ti}$ , Indica el conjunto de portadoras utilizado para la comunicación en dirección descendente, respectivamente en dirección ascendente, con el usuario  $i$  durante el intervalo de tiempo  $t$ ,

y en el que  $\{G_k\}_{k=1..K}$  indica el conjunto de grupos interferentes.

Se ve en la figura 2A un primer esquema de asignación que se utiliza típicamente para la transmisión dúplex total. Para facilitar la ilustración, sólo se han considerado los CPE 41 a 44, y los correspondientes grupos interferentes  $G_1 = \{41, 42\}$  y  $G_2 = \{43, 44\}$ . El eje horizontal de tiempo se divide en intervalos de tiempo  $T_1, T_2, T_3, T_4$ , etc. y el eje vertical de frecuencia se divide en bloques de frecuencias  $F_1, F_2, F_3, F_4$  y así sucesivamente. Un TRB se define entonces como una combinación de un bloque de frecuencias particular y un intervalo de tiempo particular, y se representa como un cuadrado 101 en la figura 2A. Como se puede asignar el mismo TRB a las comunicaciones tanto en dirección ascendente como en dirección descendente, el cuadrado TRB está dividido en diagonal: la parte superior izquierda se refiere a la comunicación en dirección descendente (DS), mientras que la parte inferior derecha se refiere a la comunicación en dirección ascendente (US). Para cada TRB, el usuario al que se asigna ese TRB para la comunicación en dirección descendente se menciona en la esquina superior izquierda, mientras que el usuario al que se asigna ese TRB para la comunicación en dirección ascendente se menciona en la esquina inferior derecha. Los usuarios son identificados por índices que van de 1 a 4 para los CPE 41 a 44 respectivamente.

Con la transmisión dúplex total, a cada usuario se le asigna típicamente una banda de frecuencias dedicada tanto para las comunicaciones en dirección ascendente como en dirección descendente. Es decir, los usuarios 1 a 4 usan los bloques de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  respectivamente durante todos los intervalos de tiempo. Sin embargo, como se ha mencionado más arriba, un esquema de asignación trivial de este tipo causaría un aumento sustancial del ruido de cuantificación en los CPE respectivos. Para aliviar este problema, es necesario diseñar un esquema de asignación más inteligente que se ajuste a las restricciones (7) y (8) durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión.

Se ve en la figura 2B un primer esquema de asignación ejemplar de acuerdo con la presente invención. Durante el intervalo de tiempo  $T_1$ , se asigna al usuario 1 (o CPE 41) bloques de frecuencias  $F_1$  y  $F_2$  para las comunicaciones en dirección descendente así como en dirección ascendente. Durante ese mismo intervalo de tiempo, el usuario 2 (o CPE 42), que pertenece al mismo grupo interferente que el usuario 1, permanece en silencio, con lo que se ajusta a las restricciones (7) y (8). De forma similar, durante el intervalo de tiempo  $T_1$ , se asigna al usuario 3 (o CPE 43) bloques de frecuencias  $F_3$  y  $F_4$  para las comunicaciones en dirección descendente así como en dirección ascendente; y de nuevo el usuario 4 (o CPE 44), que pertenece al mismo grupo interferente que el usuario 3, permanece en silencio.

Durante el intervalo de tiempo  $T_2$ , el esquema se invierte para permitir que el usuario 2, respectivamente el usuario 4, se comuniquen: ahora el usuario 1, respectivamente el usuario 3, permanecen en silencio para ajustarse a las restricciones (7) y (8).

Como se puede ver, este esquema de asignación alcanza los resultados esperados para la transmisión dúplex total ya que a cada usuario se le asignan todavía 4 TRB en cada dirección de comunicación, evitando al mismo tiempo interferencias fuertes de los terminales vecinos.

Por supuesto, se puede tener en cuenta la cantidad real de tráfico a transmitir a / de los usuarios respectivos: si el usuario 2 no tiene nada que enviar ni recibir durante el intervalo de tiempo  $T_2$ , entonces los bloques de frecuencias  $F_1$  y  $F_2$  pueden permanecer asignados al usuario 1 como durante el intervalo de tiempo  $T_1$ . También se pueden considerar posibles restricciones de latencia relacionadas con el aspecto de división en el tiempo de la asignación, así como para los grados de servicio respectivos que pueden limitar la cantidad máxima de TRB en dirección descendente y / o en dirección ascendente asignados a un usuario dado.

Se ve en la figura 2c un segundo esquema de asignación de acuerdo con la presente invención. Durante el intervalo de tiempo  $T_1$ , el usuario 1 está ahora asignado al bloque de frecuencias  $F_1$  para la comunicación en dirección des-

5 cendente, y a los bloques de frecuencias F1 y F2 para la comunicación en dirección ascendente. Como el bloque de frecuencias F2 no puede ser utilizado por el usuario 2 para la comunicación en dirección descendente cuando el usuario 1 está transmitiendo en dirección ascendente, es reasignado al usuario 3, que pertenece a otro grupo interferente. De manera similar, los bloques de frecuencias F3 y F4 se asignan al usuario 3 para la comunicación en dirección ascendente, mientras que el bloque de frecuencias F3 se asigna al usuario 3 para la comunicación en dirección descendente. De nuevo, el bloque de frecuencias F4, que no puede ser utilizado por el usuario 4 a causa de las restricciones (7) y (8), se vuelve a asignar al usuario 1.

10 Durante el intervalo de tiempo T2, se permite ahora que el usuario 2 transmita en dirección ascendente en ambos bloques de frecuencias F1 y F2 y en dirección descendente en el bloque de frecuencias F2. El bloque de frecuencias en dirección descendente F1, asignado inicialmente al usuario 1, es reasignado al usuario 4 que pertenece a otro grupo interferente. Del mismo modo, los bloques de frecuencias en dirección ascendente F3 y F4 y el bloque de frecuencias en dirección descendente F4 se asignan al usuario 4, mientras que el bloque de frecuencias en dirección descendente F3 se reasigna al usuario 2.

15 De nuevo, este esquema de asignación alcanza los resultados esperados para la transmisión dúplex total ya que a cada usuario se le asignan todavía 4 TRB en cada dirección de comunicación, evitando al mismo tiempo la interferencia fuerte de los terminales vecinos.

20 Se ve en la figura 2D un tercer esquema de asignación alternativa de acuerdo con la presente invención. Durante el intervalo de tiempo T1, al usuario 1 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección descendente, y al usuario 3 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección ascendente. Durante el intervalo de tiempo T2, al usuario 2 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección descendente, y al usuario 4 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección ascendente. Durante el intervalo de tiempo T3, al usuario 3 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección descendente, y al usuario 1 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección ascendente. Y por último, durante el intervalo de tiempo T4, al usuario 4 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección descendente; y al usuario 2 se le asignan los bloques de frecuencias F1 a F4 para la comunicación en dirección ascendente. De nuevo, las restricciones (7) y (8) se cumplen durante cualquiera de estos intervalos de tiempo, y de nuevo a cada usuario se le asignan todavía 4 TRB en cada dirección de comunicación.

30 Se debe observar que si un grupo interferente comprende solamente un dispositivo (como el grupo interferente G4), entonces trivialmente no se imponen restricciones de transmisión a ese dispositivo. Además, podría haber una banda de frecuencia adicional dedicada al control y a la gestión de la comunicación. Sólo muy pocas portadoras de esta banda necesitan ser asignadas, y por lo tanto se puede esperar que el nivel de interferencia inducida siga siendo bastante bajo. Por lo tanto, se puede usar otro paradigma de asignación para estas portadoras de control (es decir, portadoras usadas para transportar tráfico de control) que los que se hace para las portadoras de datos (es decir, portadoras usadas para transportar tráfico de carga útil de usuario).

35 Se debe observar además que, aunque la descripción detallada está enfocada a las comunicaciones coaxiales, la presente invención es igualmente aplicable a comunicaciones inalámbricas, aunque se espera que el agrupamiento de los terminales de usuario en grupos interferentes sea más complejo debido a la movilidad y a la dinámica del usuario.

40 Se debe observarse que el término «que comprende» no se debe interpretar como restringido a los medios que se enumeran a continuación. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no debe limitarse a los dispositivos que consisten solamente en los componentes A y B. Significa que con respecto a la presente invención, los componentes relevantes del dispositivo son A y B.

45 Se debe observarse además que el término "acoplado" no debe ser interpretado como restringido a conexiones directas solamente. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo A acoplado a un dispositivo B" no se debe limitar a dispositivos o sistemas en los que una salida del dispositivo A está conectada directamente a una entrada del dispositivo B y / o viceversa. Significa que existe un trayecto entre una salida de A y una entrada de B, y / o viceversa, que puede ser un trayecto que incluye otros dispositivos o medios.

50 La descripción y los dibujos ilustran meramente los principios de la invención. Por lo tanto, se apreciará que los expertos en la técnica podrán idear diversas disposiciones que, aunque no se describen ni se representan explícitamente en la presente memoria descriptiva, incorporan los principios de la invención. Además, todos los ejemplos citados en la presente memoria descriptiva están destinados principalmente a tener únicamente fines pedagógicos para ayudar al lector a comprender los principios de la invención y los conceptos aportados por el o los inventores para hacer avanzar la técnica y se deben interpretar como sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente recitados. Además, todas las declaraciones en la presente memoria descriptiva que recitan principios, aspectos y realizaciones de la invención, así como ejemplos específicos de la misma, se pretende que abarquen sus equivalentes.

5 Las funciones de los diversos elementos que se muestran en las figuras pueden proporcionarse mediante el uso de hardware específico así como hardware capaz de ejecutar software en asociación con el software apropiado. Cuando son proporcionadas por un procesador, las funciones pueden ser proporcionadas por un único procesador dedicado, por un único procesador compartido, o por una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden ser compartidos. Además, un procesador no se debe interpretar como que refiriéndose exclusivamente a hardware capaz de ejecutar software, e incluye implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), procesador de red, circuito integrado específico de aplicación (ASIC), matriz de puerto programable por campo (FPGA), etc. También se pueden incluir otro hardware convencional y / o personalizado, tal como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM) y almacenamiento no volátil.

10

## REIVINDICACIONES

1. **Un procedimiento** para asignar **recursos de transmisión** (101) a comunicaciones entre **un nodo de acceso** (11) y **una pluralidad de dispositivos de abonado** (41 a 47) acoplados a **un medio de transmisión compartido**, y que comprende caracterizar la interferencia entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado sobre el medio de transmisión compartido, agrupar los dispositivos de abonado altamente interferentes en **grupos interferentes** respectivos (G1, G2, G3, G4) en base a la interferencia caracterizada de esa manera y asignar **intervalos de tiempo de transmisión disjuntos** a la comunicación en dirección ascendente desde **cualquier dispositivo de abonado** de **cualquier grupo interferente** y a la comunicación en dirección descendente hacia **cualquier otro dispositivo de abonado** del mismo grupo interferente.
2. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que los primeros recursos de frecuencia* (F1) asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia **un primer dispositivo de abonado** (41) de **un primer grupo interferente** (G1) son reasignados a la comunicación en dirección descendente hacia **otro segundo dispositivo de abonado** (42) del primer grupo interferente durante **un intervalo de tiempo de transmisión** (T2, T4) que implica comunicación en dirección ascendente activa desde el segundo dispositivo de abonado,  
*y en el que los segundos recursos de frecuencia* (F2) asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia el segundo dispositivo de abonado son reasignados a la comunicación en dirección descendente hacia el primer dispositivo de abonado durante **un intervalo de tiempo de transmisión adicional** (T1, T3) que implica una comunicación activa en dirección ascendente desde el primer dispositivo de abonado.
3. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que los primeros recursos de frecuencia* (F1) asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia **un primer dispositivo de abonado** (41) de **un primer grupo interferente** (G1) son reasignados a la comunicación en dirección descendente hacia **otro tercer dispositivo de abonado** (44) de **otro segundo grupo interferente** (G2) durante un **intervalo de tiempo de transmisión** (T2, T4) que implica comunicaciones en dirección ascendente activas desde **otro segundo dispositivo de abonado** (42) del primer grupo interferente y desde el tercer dispositivo de abonado, *y en el que los terceros recursos de frecuencia* (F4) asignados inicialmente a la comunicación en dirección descendente hacia el tercer dispositivo de abonado son reasignados a la comunicación en dirección descendente hacia el primer dispositivo de abonado durante **un intervalo de tiempo de transmisión adicional** (T1, T3) que implican comunicaciones en dirección ascendente activas desde el primer dispositivo de abonado y desde **otro cuarto dispositivo de abonado** (43) del segundo grupo interferente.
4. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* la caracterización de interferencias comprende la caracterización de **pérdidas de trayecto** de los **trayectos de acoplamiento** respectivos entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.
5. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 4, *en el que* la caracterización de interferencias comprende caracterizar los **niveles de potencia de transmisión y / o de recepción** en los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.
6. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* la caracterización de interferencias comprende realizar **mediciones de interferencia** sobre el medio de transmisión compartido entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.
7. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 6, *en el que* las mediciones de interferencia se realizan mediante **secuencias piloto mutuamente ortogonales** que modulan las **señales piloto** respectivas transmitidas por los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado.
8. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* el agrupamiento comprende comparar **niveles de interferencia individuales o agregados** incurridos por los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado desde otros dispositivos de abonado con respecto a los **umbrales de interferencia sostenibles** respectivos .
9. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* las comunicaciones en direcciones descendente y ascendente con la pluralidad de dispositivos de abonado son comunicaciones dúplex total definidas sobre **un conjunto común de recursos de frecuencia**.
10. **Un controlador de recursos** (12) para asignar **recursos de transmisión** a las comunicaciones entre **un nodo de acceso** (11) y **una pluralidad de dispositivos de abonado** (41 a 47) acoplados a **un medio de transmisión compartido**, y configurados para caracterizar la **interferencia** entre los dispositivos de abonado respectivos de la pluralidad de dispositivos de abonado sobre el medio de transmisión compartido, para agrupar dispositivos de abonado altamente interferentes en **grupos interferentes** respectivos (G1, G2, G3, G4) en base a la interferencia caracterizada de esta manera, y para asignar **intervalos de tiempo de transmisión** disjuntos a la

comunicación en dirección ascendente de **cualquier dispositivo de abonado** de **cualquier grupo interferente** y a la comunicación en dirección descendente hacia **cualquier otro dispositivo de abonado** del mismo grupo interferente.

- 5 11. **Un nodo de acceso** (11) que comprende **un controlador de recursos** (12) de acuerdo con la reivindicación 10.

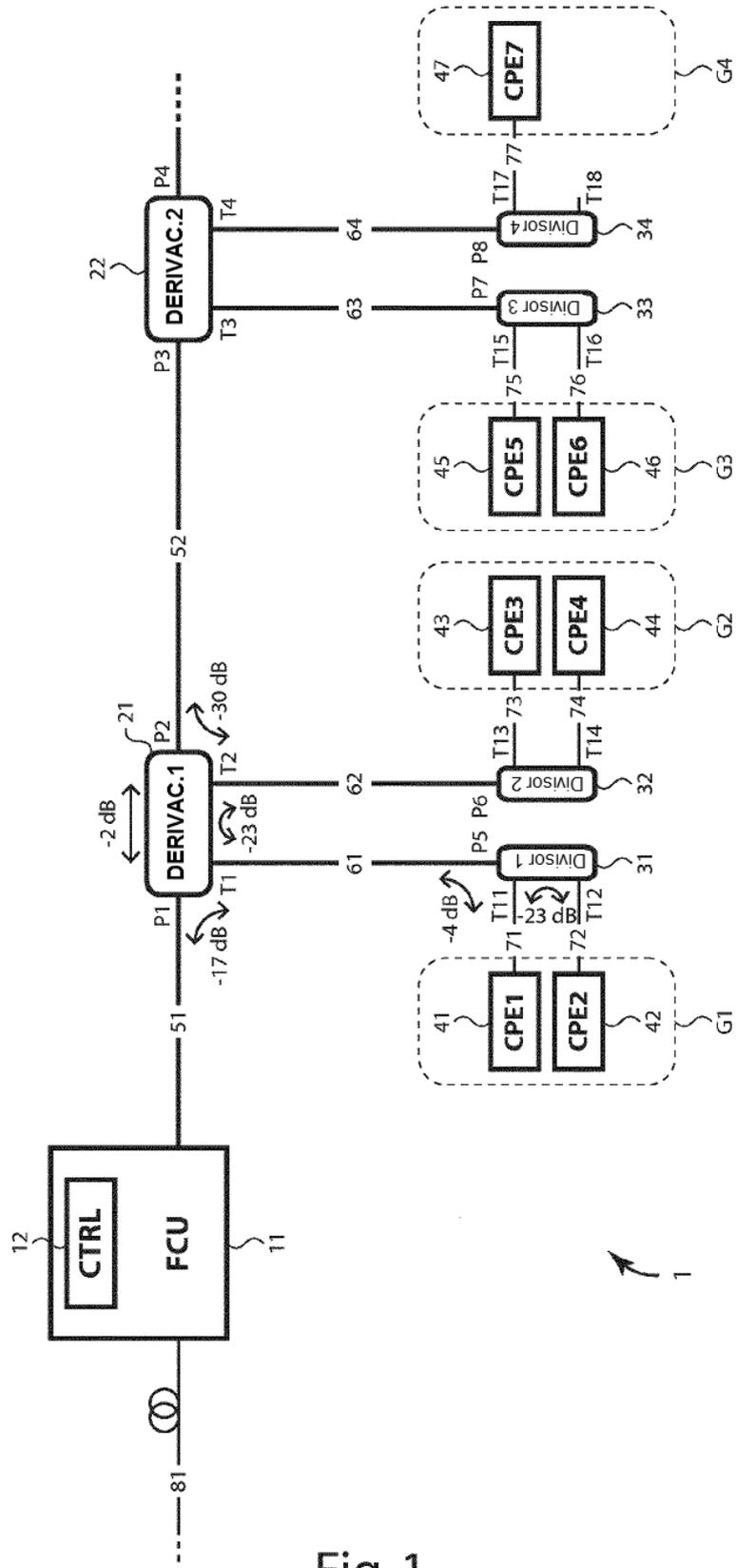
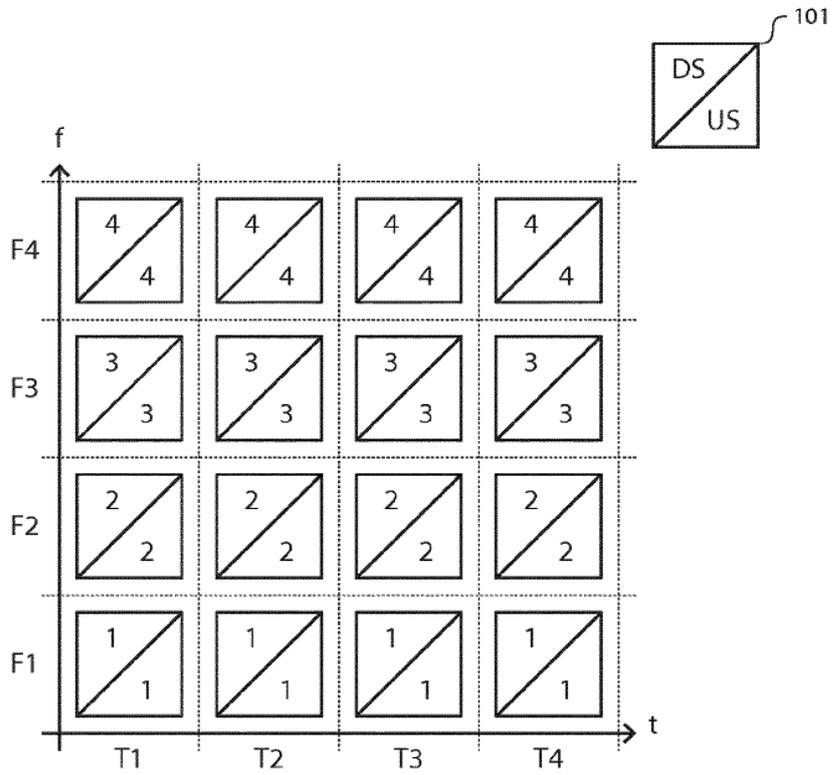
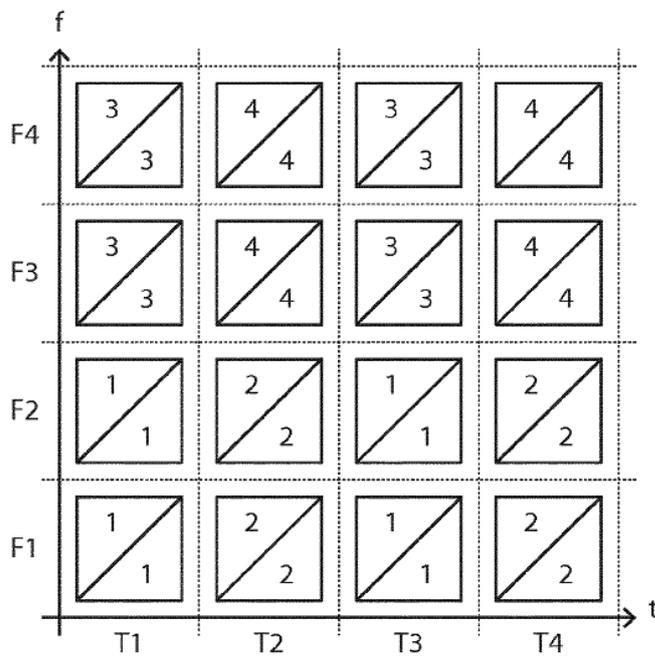


Fig. 1



**Fig. 2A**  
(Técnica Anterior)



**Fig. 2B**

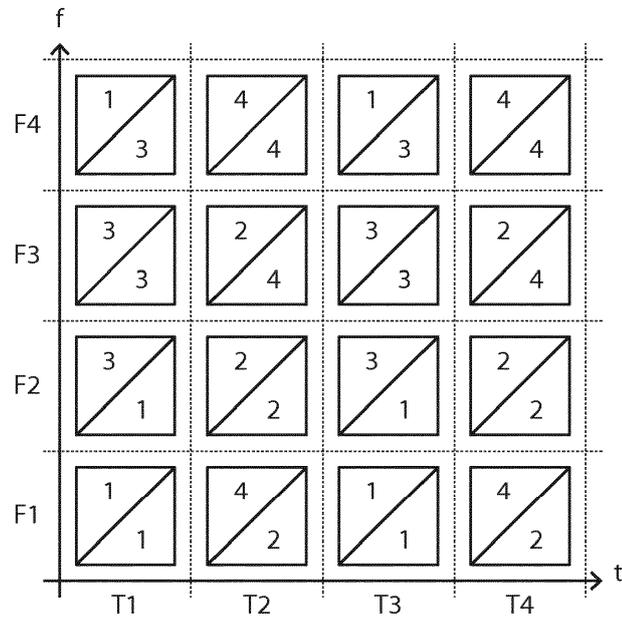


Fig. 2C

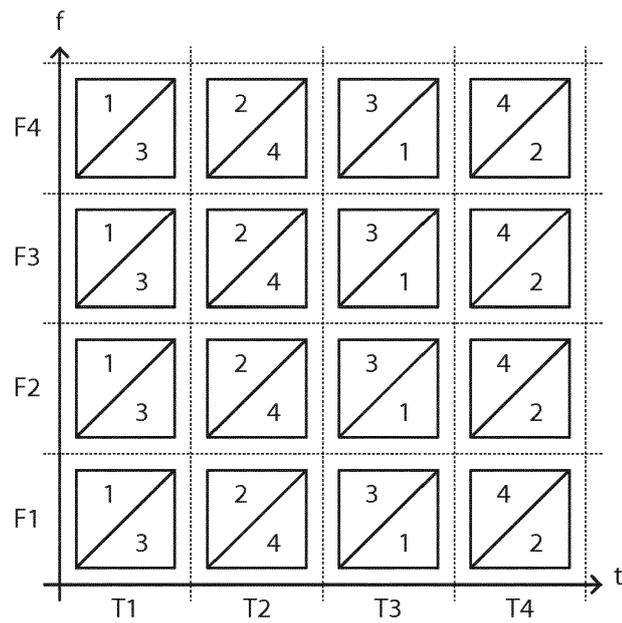


Fig. 2D