



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 272 468**

(51) Int. Cl.:

H04B 7/08 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **01927709 .4**

(86) Fecha de presentación : **26.02.2001**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1260036**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **27.11.2002**

(54) Título: **Disposición de circuito para llevar a cabo operaciones de diversidad espacial con un receptor de señales digitales.**

(30) Prioridad: **28.02.2000 DE 100 09 284**

(73) Titular/es: **Nokia Corporation**
Keilalahdentie 4
02150 Espoo, FI

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

(72) Inventor/es: **Schwoerer, Ludwig**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

(74) Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

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

Disposición de circuito para llevar a cabo operaciones de diversidad espacial con un receptor de señales digitales.

5 La invención se refiere a una disposición de circuito para efectuar operaciones de diversidad espacial con un receptor de señales digitales, concretamente un receptor móvil DVB, para recepción de emisiones de televisión transmitidas por vía digital terrestre cuando el receptor se encuentre en movimiento. Dichos receptores están diseñados para recibir señales acordes con la normal DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial [Radiodifusión de video digital - terrestre]).

10 Adicionalmente, la invención puede también utilizarse para otros receptores de señales digitales que reciban señales transmitidas vía terrestre y en los cuales pretenden suprimirse las interferencias y las influencias variables derivadas de la recepción de trayectorias múltiples.

15 Las transmisiones terrestres por radio, tales como transmisiones de televisión, están sometidas a la influencia de diversas interferencias. Estas son, concretamente, la recepción de trayectorias múltiples de las ondas transmitidas derivadas de los ecos en la proximidad de la antena receptora o de fuentes de interferencias RF en la banda de frecuencias transmitida. En este caso, la diferente duración de los tiempos de retardo en las diferentes trayectorias de transmisión a través de las cuales las ondas transmitidas alcanzan una antena receptora de diferentes formas en función de las condiciones de emplazamiento, provocan errores en la señal recibida.

20 Con el método de transmisión analógica utilizado en el pasado, la modulación en amplitud de banda lateral residual, la recepción de trayectorias múltiples y las interferencias influyen en la calidad de la imagen, especialmente en forma de sombras en los contornos visibles y de ruido en la imagen. No obstante, la imagen original puede seguir identificándose aun cuando la relación señal-ruido de la imagen de televisión sea relativamente deficiente.

25 Por el contrario, con un método de modulación digital para emisiones de televisión con transmisión terrestre, tal como DVB-T, la susceptibilidad a interferencias resulta especialmente alta a causa de la densidad de datos utilizada en el canal de transmisión físico. Dicha interferencia aumenta la tasa de error binario durante la transmisión. Los errores, hasta una determinada tasa bruta de error binario, pueden corregirse por completo utilizando dispositivos de corrección de error FEC conocidos, y estos permiten que la imagen se reproduzca virtualmente sin interferencias. No obstante, si la tasa de error binario supera un valor umbral, ya no será posible reproducir en absoluto la imagen transmitida.

30 Para poder reproducir la imagen sin interferencias en buena medida en la transmisión por televisión digital terrestre, a pesar de las expectativas de ecos de recepción y a pesar de la elevada tasa de transferencia de datos de hasta unos 30 Mbits/s a transmitir, se definió el método OFM (Orthogonal Frequency Division Multiplex [Multiplex de división de frecuencia ortogonal]) como norma de transmisión para DVB-T. Se trata de un método de portadoras múltiples en el que todo el ancho de banda disponible se divide en un gran número de sub-portadoras mutuamente independientes, es decir paralelas. La transmisión tiene entonces lugar a una tasa de transferencia de datos considerablemente inferior para cada sub-banda.

35 En principio, el método OFDM corresponde a un gran número de moduladores paralelos de banda estrecha en el transmisor, y sus correspondientes demoduladores en el receptor. En la práctica, los canales paralelos del transmisor se obtienen mediante un asequible y potente proceso de cálculo, la transformada de Fourier inversa (IFFT). La señal transmitida se genera añadiendo las subportadoras y convirtiéndolas posteriormente a la banda de RF. De acuerdo con la norma DVB-T, la señal transmitida está modulada en amplitud de cuadratura (QAM). En este caso puede utilizarse tanto 4-QAM como 16-QAM así como 64-QAM. Esto quiere decir que la señal digital multiplexada OFDM que transporta un flujo de transporte con datos de soportes contiene, como unidad más pequeña, símbolos de modulación digital que [falta texto] mediante un número de valores (que se rige por el tipo de modulación) de la amplitud que [falta texto] en un emplazamiento.

40 En un receptor DVD, la recepción y la selección de la señal de televisión así como la conversión inversa de la señal digital filtrada se llevan a cabo en primer lugar, utilizando un convertidor analógico/digital de un sintonizador analógico.

55 El procesamiento posterior de la señal suele llevarse a cabo en un circuito integrado complejo OFDM-IC ya conocido y que se muestra en la figura 1. Este convierte la señal digital multiplexada OFDM en un flujo de transporte MPEG-2 con corrección de error MPEG2-TS. Las principales etapas conocidas del proceso son las siguientes:

60 La señal de portadora suprimida se recupera en un modulador de amplitud en cuadratura 1, el denominado demodulador IQ. Este utiliza un proceso de re-muestreo para corregir los errores de frecuencia y inestabilidad de la imagen.

Una transformada rápida de Fourier (FFT), casilla 3, divide la señal recibida en sus sub-bandas.

65 La información de sincronización en forma de señales piloto se transmite mediante algunas de las subportadoras disponibles. Un ecualizador 5 utiliza las señales piloto para corrección en amplitud y ángulo de fase de las señales de la subportadora entre sí. La información de las sub-bandas paralelas se proporciona como un flujo de transporte digital serie en la salida del ecualizador.

En la siguiente etapa 7, los símbolos de modulación recibidos, se identifican de acuerdo con el tipo de modulación utilizado en su posición en el diagrama de lugares geográficos. Se lleva a cabo la correspondiente asociación con el símbolo más próximo independientemente de si el símbolo está realmente situado en una posición nominal del diagrama de lugares geográficos. En este caso, se toma una decisión firme en el circuito integrado. Si, por ejemplo, para la modulación se ha utilizado 64-QAM, la posición específica de cada símbolo de modulación en el diagrama de lugares geográficos definirá entonces su importancia mediante una palabra de datos con una longitud de seis bits. A fin de identificar la magnitud cualquier posible error en esta decisión, se generan en este punto, tres bits adicionales de forma paralela a cada uno de los seis bits de la decisión firme, identificándose el error entre la posición nominal del símbolo de modulación y la posición real. De este modo se utiliza un proceso posterior denominado bits de programa para generar información que indica la probabilidad con la que ha sido posible identificar correctamente el símbolo de modulación recibido.

Con el fin de ilustrarlo más claramente, las etapas del circuito 1 a 7 se han combinado para formar un bloque de circuito, bloque 1.

Tras la identificación y el proceso de decisión correspondiente a los símbolos de modulación recibidos, en el bloque 2 del circuito integrado se lleva a cabo la corrección de error que es conocida en sí. Teniendo en cuenta que cada sub-banda representa un canal de transmisión de banda estrecha específico y que las subportadoras se encuentran situadas próximas entre sí en la banda de frecuencias, las sub-bandas adyacentes también se ven influidas por las interferencias en una medida similar. Esto significa que, en el caso de datos de cohesión que se transmiten a través de portadoras adyacentes, la inevitable interferencia en el canal de transmisión genera áreas relativamente amplias sujetas a interferencias en los datos recibidos. No obstante, los errores que se producen uno tras otro hacen que el sistema de corrección de error se sobrecargue con una rapidez considerablemente mayor que en el caso de una distribución uniforme aleatoria. Los bits de datos que se encuentran adyacentes en el tiempo se distribuyen entre las portadoras de datos de acuerdo con un patrón pseudo-aleatorio mediante intercalado en el extremo de transmisión. En la recepción, el intercalado se deshace en un desintercalador 9 que utiliza óptimamente el rendimiento de la corrección de error en el circuito integrado OFDM-IC.

El posterior sistema de corrección de error FEC enlaza un código externo Reed-Solomon con un código interno de convolución. En este caso, los errores de bits producidos durante la transmisión pueden corregirse aun cuando las condiciones del canal sean deficientes.

De este modo, mediante la selección de un emplazamiento adecuado para la antena, la recepción y la reproducción de imágenes de televisión utilizando un receptor situado en una posición fija no presenta problemas. Frecuentemente los errores pueden al menos reducirse cambiando ligeramente la posición de las antenas receptoras. No obstante, la recepción de las ondas de eco suscita un problema en los receptores móviles DVB-T cuyo emplazamiento de recepción varía continuamente, por ejemplo, durante la recepción en un vehículo. En este caso, la deficiente estructura del entorno puede causar una recepción sometida a interferencias a nivel local de forma que la tasa de error binario de la señal recibida supere el valor de umbral y ya no sea posible reproducir la imagen transmitida para determinadas posiciones del vehículo.

En este caso, la utilización de la denominada diversidad espacial para la recepción, utilizando antenas receptoras distribuidas en distintos emplazamientos físicos, constituye una solución. En este caso, como es sabido, un dispositivo de comparación situado en el receptor móvil de televisión digital selecciona la mejor señal recibida de, al menos, dos antenas receptoras diferentes.

No obstante, un problema que surge en este caso consiste en encontrar un punto de señal adecuado para evaluar la calidad de las diversas señales recibidas. Con este fin, los receptores convencionales analógicos suelen tener un sintonizador independiente para cada antena que al menos amplifica y selecciona las señales recibidas por las antenas de forma que al menos las amplitudes de las señales recibidas en sus portadoras puedan ser comparadas mutuamente.

Tan sólo puede encontrarse información inadecuada relativa a la calidad de las señales de entrada de las diversas antenas en la entrada del circuito integrado OFDM-IC de un receptor de señales digitales al que se aplica la señal multiplexada OFDM que ha sido seleccionada y digitalizada por los sintonizadores.

Dado que los errores en el flujo de transporte MPEG-2 denominado MPEG2-TS se corrigen a la salida del circuito integrado OFDM-IC y se ha llevado a cabo el desintercalado, este punto de señal tampoco resulta demasiado adecuado para la comparación de las señales. Esto da resultado únicamente cuando la tasa de error binario ha superado ya dicho valor de umbral crítico y el canal de recepción seleccionado en el modo de diversidad ya no permite de modo alguno la reproducción de la imagen transmitida.

La solicitud de patente EP-A-0975101 describe un receptor digital conocido para diversidad de antenas que incluye una unidad de procesamiento de diversidad que, en función de un cálculo de una característica de trayectoria de propagación, obtiene la trayectoria de propagación para cada subportadora, seleccionando la trayectoria que presenta una amplitud grande. El flujo de transporte serie se establece en la salida del demodulador.

De este modo, para que el funcionamiento de diversidad tenga éxito es deseable comparar la calidad de las diversas señales recibidas en un punto que se encuentra en el área del circuito integrado OFDM-IC ya descrito. Esto significa

que sería necesario un circuito especial que hasta un determinado punto de señal contenga diversos componentes de entrada de señal idénticos y sería necesario un dispositivo de selección que suministrase la mejor señal recibida al componente del circuito responsable del procesamiento previo final del flujo de transporte MPEG2-TS. El resultado sería el desarrollo de un circuito integrado especial desarrollado únicamente para funcionamiento en diversidad en el cual se duplicarían las primeras etapas de circuito del flujo de la señal. Debido a las pequeñas cantidades esperadas, el desarrollo y la producción de un circuito integrado de este tipo serían muy costosos.

Por tanto, el objeto de la invención consiste en proporcionar una solución que resulte más adecuada en términos del desembolso relativo a costes y material.

De acuerdo con la invención, este objeto se logra en el sentido de que un circuito integrado para un receptor OFDM se modifica de tal forma que dicho circuito puede utilizarse como elemento individual en receptores DVB estacionarios convencionales, y puede utilizarse como una serie de elementos en receptores móviles DVB con funcionamiento en diversidad espacial.

La invención se basa en una disposición de circuito que tiene diversas trayectorias de recepción, con antenas receptoras que se encuentran físicamente separadas mutuamente. Para cada antena receptora se facilita un circuito RF de entrada y un circuito integrado completo (OFDM-IC) para procesamiento previo de una señal multiplexada seleccionada y digitalizada (OFDM) para generar un flujo de transporte MPEG-2 (MPEG-2-TS).

De una forma conocida, los circuitos integrados complejos (OFDM-IC) contienen:

Un modulador de amplitud en cuadratura (1) para recuperar la señal de portadora suprimida y para corregir errores de frecuencia e inestabilidad de la imagen mediante remuestreo;

Un dispositivo (3) de transformación rápida de Fourier (FFT) para dividir la señal recibida (OFDM) en sus sub-bandas,

Un ecualizador (5) para la corrección del ángulo de fase y amplitud de las sub-bandas a fin de convertir la información de las sub-bandas paralelas en un flujo de transporte digital serie,

Un aparato para toma de decisiones (7) para identificar y tomar decisiones relativas a la posición física de los símbolos de modulación recibidos en un diagrama de lugares geográficos y para generar bits de programa que identifiquen el error entre la posición nominal y la posición real,

Un desintercalador (9) para desintercalar las sub-bandas que han sido intercaladas para su transmisión,

Un sistema de corrección de error FEC para corrección de error en un flujo de transporte transmitido con datos digitales de soportes.

En los siguientes párrafos se explicará la invención haciendo referencia a un ejemplo de realización.

En las correspondientes figuras:

La figura 1 muestra una realización de un circuito integrado complejo conocido, para la conexión a las salidas de un circuito RF de entrada y para el procesamiento previo de un flujo de transporte MPEG-2,

La figura 2 muestra una realización del circuito integrado complejo de acuerdo con la invención con un procesador de diversidad en la trayectoria de la señal,

La figura 3 muestra una realización de la configuración del circuito de acuerdo con la invención para funcionamiento en diversidad de un receptor DVB con dos trayectorias de recepción y dos circuitos integrados complejos idénticos de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra una realización práctica de un circuito integrado complejo OFDM-IC de acuerdo con la invención. Además de las etapas de circuito conocidas 1 a 9 descritas anteriormente, y del sistema de corrección de error FEC, un procesador de diversidad 11 se encuentra, de acuerdo con la invención, situado en la trayectoria de la señal entre un ecualizador 5 y el desintercalador 9, y tiene un bus de datos D-bus con conexiones externas para el circuito integrado OFDM-IC. El procesador de diversidad 11 se encuentra de este modo situado en un punto en el cual la información de las sub-bandas paralelas ya ha sido convertida en el flujo de transporte digital serie original.

De acuerdo con la invención, como se muestra en la figura 3, todos los circuitos RF de entrada se encuentran conectados a un circuito integrado complejo OFDM-IC como se muestra en la figura 2.

Los procesadores de diversidad contienen una unidad de comparación para comparar los criterios de calidad mediante la cual puede compararse la calidad de recepción de su propio flujo de transporte con la calidad de recepción del flujo de transporte procedente de otra trayectoria de recepción, a fin de conmutar entre los flujos digitales de transporte serie de las diferentes trayectorias de recepción.

ES 2 272 468 T3

De acuerdo con una realización especialmente ventajosa de la invención, el procesador de diversidad 11 situado en el circuito integrado complejo OFDM-IC se encuentra situado entre el aparato de toma de decisiones 7 para identificar y tomar decisiones relativas a la posición física de los símbolos de modulación recibidos en el diagrama de lugares geográficos y el desintercalador 9. Por consiguiente, los bits de programa pueden utilizarse ventajosamente como criterio de calidad de la calidad de recepción de los flujos de transporte procesados previamente.

De acuerdo con una realización adicional ventajosa, el circuito integrado complejo OFDM-IC tiene una entrada de instrucción que, en primer lugar, utiliza una señal de instrucción específica para conmutar el circuito a un modo maestro en el cual se activa el procesador de diversidad 11 para recibir el flujo de transporte procedente de otro circuito integrado complejo OFDM-IC 2 a fin de comparar la calidad de los flujos de transporte procesados previamente. Por otra parte, el circuito integrado complejo (OFDM-IC) correspondiente a las otras trayectorias de recepción puede conmutarse al modo auxiliar mediante otra señal de instrucción.

Con una escasa complejidad adicional de circuitos, el circuito de acuerdo con la invención permite la fabricación rentable y en grandes cantidades de un circuito integrado para el OFDM-IC, pudiendo utilizarse dicho circuito no sólo para todas las trayectorias de recepción de un receptor móvil DVB sino pudiendo también disponerse en el modo maestro o auxiliar mediante unas señales externas determinadas.

Adicionalmente, cuando se utiliza en un receptor móvil DVB puede disponerse una trayectoria de recepción para una aplicación de imagen en imagen para una operación sin diversidad.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de circuito para funcionamiento en diversidad de un receptor de señales digitales con trayectorias de recepción que tienen antenas receptoras que se encuentran físicamente separadas entre sí, un circuito RF de entrada para cada antena receptora y un circuito integrado complejo (OFDM-IC) dispuesto para procesamiento previo de una señal multiplexada seleccionada y digitalizada (OFDM) de un flujo de transporte (MPEG-2-TS) comprendiendo los circuitos integrados complejos (OFDM-IC):
- un modulador de amplitud en cuadratura (1) dispuesto para recuperar la señal de portadora suprimida (OFDM),
 - un dispositivo (3) para una transformación rápida de Fourier (FFT) dispuesto para dividir la señal recibida (OFDM) en sus sub-bandas paralelas,
 - un ecualizador (5) para corrección en amplitud y ángulo de fase de las sub-bandas paralelas a fin de proporcionar la información de las sub-bandas paralelas de un flujo de transporte digital serie,
 - un aparato para toma de decisiones (7) dispuesto para identificar y tomar decisiones relativas a la situación física de los símbolos de modulación recibidos en un diagrama de lugares geográficos y generar bits de programa que identifiquen el error entre la posición nominal y la posición real,
 - un desintercalador (9) dispuesto para desintercalar sub-bandas que han sido intercaladas para su transmisión,
 - un sistema de corrección de error (FEC) para corregir errores en el flujo de transporte transmitido con datos digitales de soportes, **caracterizado** porque
- cada circuito RF de entrada se encuentra conectado al circuito integrado complejo (OFDM-IC) que tiene un procesador de diversidad (11) en la trayectoria de señal entre, un punto en el cual la información de las sub-bandas paralelas se convierte en el flujo de transporte digital serie, y el desintercalador (9), donde el procesador de diversidad (11) comprende un bus de datos (D-bus) para las conexiones externas del circuito integrado (OFDM-IC), y porque
- el procesador de diversidad tiene una unidad de comparación dispuesta para comparar criterios de calidad mediante los cuales, la calidad de recepción del flujo de transporte procesado previamente en su propia trayectoria de recepción, puede compararse con la calidad de recepción de un flujo de transporte procesado previamente en otra trayectoria de recepción a fin de conmutar entre los flujos de transporte digitales serie de las distintas trayectorias de recepción.
2. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque el punto en el que la información de las sub-bandas paralelas se convierte en un flujo de transporte digital serie se encuentra situado aguas abajo del ecualizador (5).
3. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque el procesador de diversidad (11) del circuito integrado complejo (OFDM-IC) se encuentra situado entre el aparato para toma de decisiones (7) dispuesto para identificar y tomar decisiones relativas a la situación física de los símbolos de modulación recibidos en el diagrama de lugares geográficos y el desintercalador 9, y porque los bits de programa son utilizados como criterio de calidad para la calidad de recepción de los flujos de transporte procesados previamente.
4. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque el circuito integrado complejo (OFDM-IC) tiene una entrada de instrucción que, en primer lugar, utiliza una señal de instrucción específica para conmutar el circuito a un modo maestro en el cual el procesador de diversidad (11) se activa para recibir el flujo de transporte procedente de otro circuito integrado complejo (OFDM-IC-2) a fin de comparar la calidad de los flujos de transporte y, en segundo lugar, conmuta el circuito integrado (OFDM-IC) al modo auxiliar mediante otra señal de instrucción.
5. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque al conmutar al modo auxiliar, la señal de instrucción inhibe el consumo de corriente del desintercalador (9) y del sistema de corrección de error FEC.
6. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** por una entrada de instrucción adicional que utiliza una señal de instrucción específica para puentear la trayectoria de la señal del procesador de diversidad y/o desactiva la unidad de comparación de forma que el circuito integrado complejo (OFDM-IC) opere convencionalmente sin comparar los flujos de transporte procesados previamente.



