



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 317**

51 Int. Cl.:
H04B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08727785 .1**

96 Fecha de presentación : **16.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2122863**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.11.2009**

54 Título: **Intensificador de múltiples saltos.**

30 Prioridad: **16.01.2007 US 885195 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.03.2011

73 Titular/es: **NEXTIVITY, Inc.**
12230 World Trade Drive, Suite 250
San Diego, California 92128, US

72 Inventor/es: **Mohebbi, Behzad, B.**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 355 317 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).

DESCRIPCION

ANTECEDENTES

Este documento describe un repetidor e intensificador inalámbrico bidireccional novedoso.

La mayoría de sistemas 3G y los denominados sistemas 4G (los sistemas 4G se basan principalmente en modulación mediante multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)), soportan altas velocidades de transmisión de datos y, como tales, tienen canales de comunicación con un ancho de banda (BW, *bandwidth*) mucho mayor que en comparación con los sistemas 2G tales como GSM. Por ejemplo, un canal de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA, *Wideband Code Division Multiple Access*) a 5 MHz es 25 veces mayor que los 200 kHz de GSM, mientras que el BW de un canal WiMax es 50 veces mayor, o más.

Aunque el funcionamiento mencionado anteriormente se cumple para un único canal de comunicación, la característica de salto de frecuencia (FH, *Frequency Hopping*) del sistema global de comunicaciones móviles (GSM, *Global System for Mobile*) permite a un dispositivo GSM saltar todo el espectro asignado, lo que significa que un único canal GSM funcionará, durante el transcurso de una sesión, en un BW mucho más ancho que un canal WiMax o WCDMA estático. Efectivamente, esto significa que un dispositivo intensificador o repetidor, que no tenga la capacidad de seguir el algoritmo FH, tiene que "atravesar" todo el espectro sobre el que puede saltar el canal de comunicación GSM, que es normalmente todo el espectro asignado a un operador dado.

Además, el espectro asignado GSM para un operador dado puede ser contiguo o no. También es deseable que un dispositivo repetidor e intensificador funcione solamente en frecuencias con licencia del proveedor de red "previsto", evitando cualquier funcionamiento en canales que estén fuera del espectro con licencia del operador "previsto". Este requisito significa que un repetidor (o intensificador) tiene que diseñarse para funcionar solamente con un conjunto de canales específicos que pueden ser contiguos o no. La FIG. 2 ilustra un ejemplo de este escenario, donde un operador dado en un área dada tiene tres bandas no contiguas de 10 MHz, en total 30 MHz (enlace ascendente de 15 MHz y enlace descendente de 15 MHz), y donde una red derivada de GSM puede realizar saltos de frecuencia en cualquiera de 75 canales disponibles. De manera ideal, el repetidor mostrado en la FIG. 2 seleccionará, intensificará y repetirá solamente los canales de interés, según se muestra.

Aún más, puesto que ahora el espectro repetido es de 15 MHz en una dirección dada, un enlace digital entre la unidad de red y la unidad de usuario requerirá un BW operativo mucho mayor ($15 \times 2 \times 2 \times 10 = 600$ Mbs/s en una dirección) que, aunque es posible, puede no resultar práctico para un pequeño dispositivo del consumidor. También puede ser difícil cumplir con las normas espectrales y con los requisitos reguladores tales como la selección de frecuencia dinámica (DFS, *Dynamic Frequency Selection*) y la máscara de emisión espectral en la banda sin licencia si se utilizan simultáneamente grandes secciones del espectro. Por lo tanto, un enlace basado en OFDM (o cualquier otro enlace modulado digitalmente) puede no ser la solución más apropiada para el salto central entre la unidad de red y la unidad de usuario.

RESUMEN

Este documento desvela un sistema de comunicaciones bidireccional novedoso y un procedimiento para el salto central (salto 2 en la FIG. 1), entre la unidad de usuario y la unidad de red (FIG. 1) que funcionan en las bandas sin licencia (ISM y/o UNII), y que soportan los canales de comunicaciones de red celular (o inalámbrica). El sistema y el procedimiento permiten soportar un espectro (ancho de banda) de repetición más ancho para un ancho de banda de comunicaciones dado en la banda sin licencia (salto 2 en la FIG. 1). Además, se desvelan algoritmos de selección de espectro y de canal que permiten un funcionamiento del intensificador "adecuado para la red", lo que significa que el intensificador no funcionará y no repetirá otras frecuencias de red de terceras partes. Esto elimina eficazmente cualquier daño no intencionado provocado por el funcionamiento del repetidor en otras redes de terceras partes. Finalmente, se definen mecanismos y canales de comunicaciones de datos y de control para el repetidor que permiten intercambiar mensajes de cada capa de protocolo (incluyendo la capa física y la capa MAC) entre el repetidor (intensificador) y la red operativa.

Los detalles de una o más realizaciones se muestran en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción y de los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán en detalle estos y otros aspectos con referencia a los siguientes dibujos.

La FIG. 1 muestra un sistema de intensificador de tres saltos.

La FIG. 2 ilustra nuevos requisitos de repetidor o intensificador.

La FIG. 3 muestra una trayectoria de datos de enlace descendente de una unidad de red.

La FIG. 4 muestra una trayectoria de datos alternativa de enlace descendente de una unidad de red.

La FIG. 5 muestra una trayectoria de datos de enlace descendente de la unidad de usuario.

Símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción se basa en una red norteamericana derivada de GSM que funciona en bandas PCS. Con pequeñas modificaciones, los siguientes sistemas y técnicas descritos pueden aplicarse a sistemas GSM/GPRS/EDGE, cdma2000, WCDMA, WiMax y cualquier otro sistema de comunicación celular y/o inalámbrico. Las solicitudes de patente WO2005025078, presentada el 3 de septiembre de 2003, y WO2005069249, presentada el 12 de enero de 2004, de Mohebbi, ambas tituladas "*Short-Range Booster*", describen un repetidor o intensificador de corto alcance de tres saltos.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que muestra una trayectoria de datos 300 de enlace descendente para la unidad de red. La trayectoria de datos tiene un formato complejo. La FIG. 5 muestra una trayectoria de datos compleja relacionada de enlace descendente para la unidad de usuario. En la trayectoria de datos 300 de enlace descendente, el repetidor (intensificador) convierte de manera descendente (en el FE de RF) todo el espectro de enlace descendente de las bandas PCS asignadas y lo digitaliza con un convertidor de analógico a digital (ADC, *analog-to-digital converter*) 302. También es posible convertir de manera descendente y digitalizar una parte continua del espectro PCS en la que se espera que el sistema de un operador dado realice saltos de frecuencia. En algunos casos, puede resultar más práctico utilizar varios transceptores de RF en paralelo para cubrir los bloques de interés del espectro.

Haciendo de nuevo referencia a la FIG. 2, solamente interesan los bloques E, F y C-4 del espectro PCS, evitándose el resto de bloques en la trayectoria de datos del intensificador. Para seleccionar las bandas de interés, mientras se bloquean los demás canales, un filtro de canalización de 200 kHz, preferentemente un filtro polifásico 304 seguido de un bloque FFT 306, puede conectarse al ADC 302. En la salida del bloque FFT 306, dependiendo del BW del espectro original, habrá una pluralidad de canales de 200 KHz. Por ejemplo, si solo se digitalizan los bloques E, F y C (es decir, 25 MHz), habrá 125 canales, de los cuales sólo 75 deben seleccionarse y atravesarse hasta la unidad de usuario. Aunque la canalización del espectro y la selección de canal también pueden realizarse en la unidad de usuario, es preferible que estas tareas se lleven a cabo en la unidad de red ya que también reduce el BW de señal de 125 canales a 75 canales, reduciendo el requisito de BW del canal UNII.

Después de la canalización del espectro, el indicador de intensidad de señal recibida (RSSI, *received signal strength indicator*) medio de cada canal (canal de control de frecuencia (FCCH, *frequency control channel*), canal de control de sincronización (SCH, *synchronization control channel*) y canal de control de difusión (BCCH, *broadcast control channel*)) se mide y se registra en un módulo de "detección de FCC & SCH & BCCH" 308 y, en función de estas lecturas del RSSI, se identifica la portadora BCCH más fuerte posible de entre los canales seleccionados. Después de seleccionar el canal más fuerte, el FCCH se utiliza para proporcionar la frecuencia de referencia a un módulo "generador de reloj" 310 y a un oscilador local (LO, *local oscillator*) 312, donde la frecuencia de referencia generada se utiliza para corregir los errores de frecuencia del oscilador local, bloqueando el LO 312, y para sincronizarse con la referencia de frecuencia BTS.

Después de esta operación, se detecta el canal de sincronización (SCH) y se descodifican los mensajes BCCH para extraer el código de red móvil (MNC, *Mobile Network Code*) y la identificación de área local (LAI, *Location Area Identification*) junto con otra información de difusión del sistema. Si el MNC descodificado pertenece a la PLMN deseada, la LAI se utiliza para determinar la lista de canales activos (75 en este ejemplo), en el área dada, que debe soportar el repetidor (intensificador). La lista de canales deseados se proporciona a un módulo de "selección de canal & MUX" 314, el cual selecciona los canales y los modula de manera contigua entre sí en portadoras que están separadas por 200 kHz, aumentando al mismo tiempo la tasa de muestreo y soportando el BW total de 15 MHz. Debe seguirse el orden de los canales a medida que llegan, ya que la planificación de frecuencia se utiliza para evitar canales adyacentes en la misma célula, de manera que los canales adyacentes no interfieran entre sí.

En el límite del espectro discontinuo, si dos canales fuertes acaban situados de manera contigua entre sí, el orden de asignación de canal tiene que cambiarse por un canal con un RSSI bajo, o es necesario insertar un canal "ficticio" entre los dos canales fuertes. También debe asegurarse que la forma de onda final no viole la máscara de emisión espectral de la banda UNII. En este punto, la forma de onda contendrá, al menos, todos los (75) canales GSM, incluso aunque la forma de onda sea diferente de la forma de onda de la señal de enlace descendente que entra en el FE de RF. En la señal original transmitida desde el BTS (y desde la MS en el enlace ascendente), hay intervalos de aumento de potencia de una duración de 8 símbolos y cuarto (-30 μ s) en los que no se transmite información.

El límite de ranura de tiempo (TS, *time slot*) y, por tanto, el inicio de los intervalos pueden detectarse mediante la temporización TS extraída del SCH y pueden utilizarse para dos finalidades:

1) Insertar símbolos de canal de control y de preámbulo. Esta tarea se lleva a cabo mediante un módulo "Insertar preámbulo & CCH" 316. El preámbulo puede ser similar a símbolos largos de 802.11a del preámbulo, aunque pueden utilizarse uno, dos o más símbolos. El símbolo CCH también puede ser similar al símbolo OFDM 802.11a, que transporta la información de sistema desde la unidad de red hasta la unidad de usuario. Debe observarse que existe un enlace similar en el enlace ascendente entre la unidad de usuario y la unidad de red.

2) Conmutar los transceptores de banda UNII de Tx a Rx y viceversa. Esta operación se requiere para la detección por radar y se lleva a cabo transmitiendo a través de un canal UNII durante un corto periodo de tiempo (de 1,154 ms, por ejemplo), antes de conmutar las transmisiones a un segundo canal durante el siguiente periodo de transmisión (de 1,154 ms, por ejemplo), y conmutando el transceptor del primer canal al modo Rx, recibiendo las transmisiones de enlace inverso y detectando impulsos de radar. En ausencia de transmisiones de enlace ascendente, la conmutación de los transceptores se basa en el límite de TS de enlace descendente. Sin embargo, tan pronto como la MS inicie las transmisiones en el enlace ascendente, los tiempos de transmisión TS se establecen y se utilizan para desplazar el tiempo de conmutación para evitar la conmutación durante cualquier ranura de tiempo de enlace ascendente, pero manteniendo la conmutación en uno de los límites de ranura de enlace descendente.

Un filtro paso bajo (LPF, *low pass filter*) 318 anterior a un convertidor de digital a analógico (DAC, *digital-to-analog converter*) 320 garantiza que se cumpla con la máscara de transmisión espectral para bandas UNII, independientemente de la forma espectral de la forma de onda analógica compuesta. El efecto del LPF 318 puede igualarse en gran medida en el lado receptor mostrado en la FIG. 5.

La FIG. 4 muestra una implementación alternativa de una trayectoria de datos de enlace descendente de una unidad de red. En esta implementación, en lugar del módulo de "detección de FCC & SCH & BCCH" 308 de la FIG. 3, que es un subconjunto de los algoritmos de banda base (BB) GSM, se utiliza un módulo BB telefónico GSM completo 408, junto con el MAC, permitiendo que la unidad de red descodifique canales de tráfico (TCH) y otros canales de sistema, así como todos los canales mencionados anteriormente. La descodificación de estos canales adicionales permite que la unidad de red reciba mensajes "dedicados" desde la red. Además, la inclusión del módulo "GSM BB & MAC" 408, junto con un módulo de "aplicación de intensificador" 410, permite que la unidad de red establezca un enlace de comunicaciones bidireccional dedicado con la red PLMN, intercambiando mensajes de control y de información (así como mensajes de la capa física) entre el repetidor (intensificador) y la red. Estos mensajes pueden pertenecer a cualquiera de las capas, desde la capa de aplicación hasta la capa física.

La FIG. 5 muestra la trayectoria de datos de enlace descendente de la unidad de usuario. Puesto que la mitigación del desvanecimiento de señal en el segundo salto es esencial para un rendimiento aceptable, el receptor de canal UNII de la unidad de usuario tendrá preferentemente al menos un esquema de diversidad de antena de dos ramas tal como la combinación de relación máxima (MRC, *Maximal Ratio Combining*), incluso aunque sea posible funcionar con un receptor de una sola rama (sin diversidad), si la SNR Rx es suficientemente alta.

El ADC 506 conectado a cada transceptor está conectado a su vez a tres módulos, un módulo de detección por radar 508, un módulo de estimación de canal 510 y un ecualizador 512. El módulo de detección por radar 508 ejecuta un algoritmo de detección por radar para detectar impulsos de radar. Este algoritmo puede basarse en un RSSI simple, y en el umbral deseado, ya que GSM requiere mantener una SRN mínima de 9 dB a través del enlace. Puede utilizarse control de potencia de bucle cerrado para mantener la SNR requerida de los canales GSM en la banda UNII, permitiendo la detección por radar.

Puesto que la señal está en un canal dispersivo en el tiempo, es importante utilizar el ecualizador de canal 512 en cada rama del receptor antes de cualquier combinación de diversidad. El preámbulo transmitido al principio de cada nuevo periodo de transmisión se utiliza para preparar el ecualizador. Este preámbulo se extrae mediante el módulo de estimación de canal 510. Si la longitud de un preámbulo dado no es suficiente, es posible utilizar el historial de preámbulo, a partir de periodos de transmisión almacenados anteriormente, para obtener un preámbulo mayor. También es posible utilizar un preámbulo largo al principio de la operación para convergir a un conjunto de ponderaciones de ecualizador, utilizando posteriormente los preámbulos en curso más cortos, y para realizar un seguimiento y convergir a los pequeños cambios de ponderación experimentados en el corto espacio de tiempo entre cada periodo de transmisión. Además, puesto que cada TS de GSM es de 577 μ s aproximadamente, siempre que la duración de transmisión sea mayor que varios TS, es posible que en un periodo de transmisión (de 11,54 ms, por ejemplo), se transmitan varios preámbulos (10, por ejemplo). El ecualizador de canal 512 puede basarse en un algoritmo sencillo de forzamiento a cero, o para un mejor rendimiento de ruido en una SNR baja, puede utilizarse un algoritmo de error cuadrático medio mínimo (MMSE, *Minimum Mean Square Error*). También pueden utilizarse otras técnicas de ecualización. El ecualizador 512 elimina la dispersión en el tiempo, mejorando la SNR, y corrige la fase de cada rama para una combinación coherente.

Después de la combinación coherente, un descodificador de canal de control (CCH, *Control Channel*) 514 descodifica el canal de control, y los mensajes se utilizan para configurar un filtro polifásico 516, un módulo FFT 518 y un módulo de "DesMux & Selección de canal" 520. La tarea de estos módulos es canalizar la señal entrante en canales de 200 Mhz, modificar la tasa de muestreo, desmodular los canales entrantes a su ubicación original y,

finalmente, aumentar la tasa de muestreo para soportar el nuevo BW de señal. El mismo canal FCCH que se utilizó en la unidad de red para extraer la señal de frecuencia de referencia puede utilizarse en la unidad de usuario para extraer la frecuencia de referencia, tal y como se detecta mediante el módulo de detección de FCCH 522. Por otra parte, el preámbulo y/o el CCH pueden utilizarse para bloquear la frecuencia tanto de la unidad de red como de la unidad de usuario. La sincronización de tiempo para conmutar los transceptores UNII también puede basarse en el preámbulo y/o en la temporización de símbolos CCH, y/o en un bloque de detección de SCH similar (no mostrado en la FIG. 5). La forma de onda de salida se envía a un transceptor celular para transmitirse a través de un DAC.

La trayectoria de datos de enlace ascendente es similar a la trayectoria de datos de enlace descendente, excepto por las siguientes diferencias. En la unidad de usuario no es necesario el módulo de "detección de FCC & SCH & BCCH". En cambio, se utiliza un bloque de estimación RSSI para encontrar el nivel y la temporización de las transmisiones de enlace ascendente. La información de nivel RSSI y de temporización se envía a la unidad de red para la selección del mejor tiempo de conmutación en el enlace UNII. En la unidad de red no es necesario el módulo de "detección de FCCH" ya que ambas unidades están totalmente sincronizadas con el BTS en virtud de la trayectoria de datos de enlace descendente.

Aunque anteriormente se han descrito en detalle algunas realizaciones, otras modificaciones son posibles. Otras realizaciones pueden estar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un repetidor inalámbrico, que comprende:
 - una unidad de red que presenta un primer transceptor para la comunicación con un sistema transceptor base y un segundo transceptor para la comunicación con una unidad de usuario, comprendiendo la unidad de red:
 - un convertidor de analógico a digital para digitalizar señales de radiofrecuencia del primer transceptor;
 - un módulo de filtro polifásico para filtrar las señales de radiofrecuencia digitalizadas del convertidor de analógico a digital;
 - un módulo de transformada rápida de Fourier para llevar a cabo una operación FFT en las señales de radiofrecuencia digitalizadas y filtradas;
 - un módulo de selección de canal y de multiplexación para canalizar y multiplexar la salida del módulo de transformada rápida de Fourier; y
 - un módulo de detección de FCCH, SCH y BCCH para detectar y seleccionar, a partir de la salida canalizada del módulo de transformada rápida de Fourier, al menos uno de entre un canal de control de frecuencia, un canal de control de sincronización y un canal de control de difusión.
2. El repetidor inalámbrico según la reivindicación 1, en el que el módulo de detección de FCCH, SCH y BCCH selecciona la señal portadora BCCH más fuerte de entre los canales de control seleccionados.
3. El repetidor inalámbrico según la reivindicación 1, que comprende además un módulo de inserción de preámbulo y de canal de control para insertar un preámbulo y un canal de control en la salida canalizada y multiplexada del módulo de transformada rápida de Fourier.
4. El repetidor inalámbrico según la reivindicación 3, que comprende además:
 - un filtro paso bajo para filtrar la salida del módulo de inserción de preámbulo y de canal de control; y
 - un convertidor de digital a analógico para convertir la salida filtrada y digitalizada del módulo de inserción de preámbulo y de canal de control en una señal de salida analógica.
5. El repetidor inalámbrico según la reivindicación 5, en el que la señal de salida analógica está en la banda UNII de señales inalámbricas.
6. Un repetidor inalámbrico, que comprende:
 - una unidad de red que presenta un primer transceptor para la comunicación con un sistema transceptor base y un segundo transceptor para la comunicación con una unidad de usuario, comprendiendo la unidad de red:
 - un convertidor de analógico a digital para digitalizar señales de radiofrecuencia del primer transceptor;
 - un módulo de filtro polifásico para filtrar las señales de radiofrecuencia digitalizadas del convertidor de analógico a digital;
 - un módulo de transformada rápida de Fourier para llevar a cabo una operación FFT en las señales de radiofrecuencia digitalizadas y filtradas;
 - un módulo de selección de canal y de multiplexación para canalizar y multiplexar la salida del módulo de transformada rápida de Fourier; y
 - un módulo GSM BB y MAC para establecer una red de comunicaciones bidireccional dedicada con la unidad de usuario.
7. Un sistema de intensificador de múltiples saltos, que comprende:
 - una unidad de red que se comunica con una estación transceptora base inalámbrica y una unidad de usuario que se comunica entre la unidad de red y un dispositivo de usuario, comprendiendo la unidad de red:
 - un convertidor de analógico a digital para digitalizar señales de radiofrecuencia del primer

transceptor;

un módulo de filtro polifásico para filtrar las señales de radiofrecuencia digitalizadas del convertidor de analógico a digital;

5

un módulo de transformada rápida de Fourier para llevar a cabo una operación FFT en las señales de radiofrecuencia digitalizadas y filtradas;

un módulo de selección de canal y de multiplexación para canalizar y multiplexar la salida del módulo de transformada rápida de Fourier; y

un convertidor de digital a analógico para convertir las señales de radiofrecuencia digitalizadas en señales de salida analógicas en uno o más canales; y

10

comprendiendo la unidad de usuario, para cada uno del uno o más canales:

un convertidor de analógico a digital para digitalizar las señales de salida analógicas de la unidad de red;

un estimador de canal para estimar un canal seleccionado de entre el uno o más canales en los que se reciben las señales de salida analógicas; y

15

un ecualizador para ecualizar cualquier dispersión en el tiempo en el canal seleccionado; y comprendiendo además la unidad de usuario:

un combinador coherente para combinar las salidas de los ecualizadores;

un módulo de filtro polifásico para filtrar las salidas combinadas de los ecualizadores;

20

un módulo de transformada rápida de Fourier para llevar a cabo una operación FFT en las salidas combinadas y filtradas de los ecualizadores;

un módulo de selección de canal y de desmultiplexación para canalizar y desmultiplexar la salidas combinadas y filtradas de los ecualizadores; y

un convertidor de analógico a digital para digitalizar las salidas combinadas y filtradas de los ecualizadores para generar una señal de salida intensificada para el dispositivo de usuario.



FIG. 1

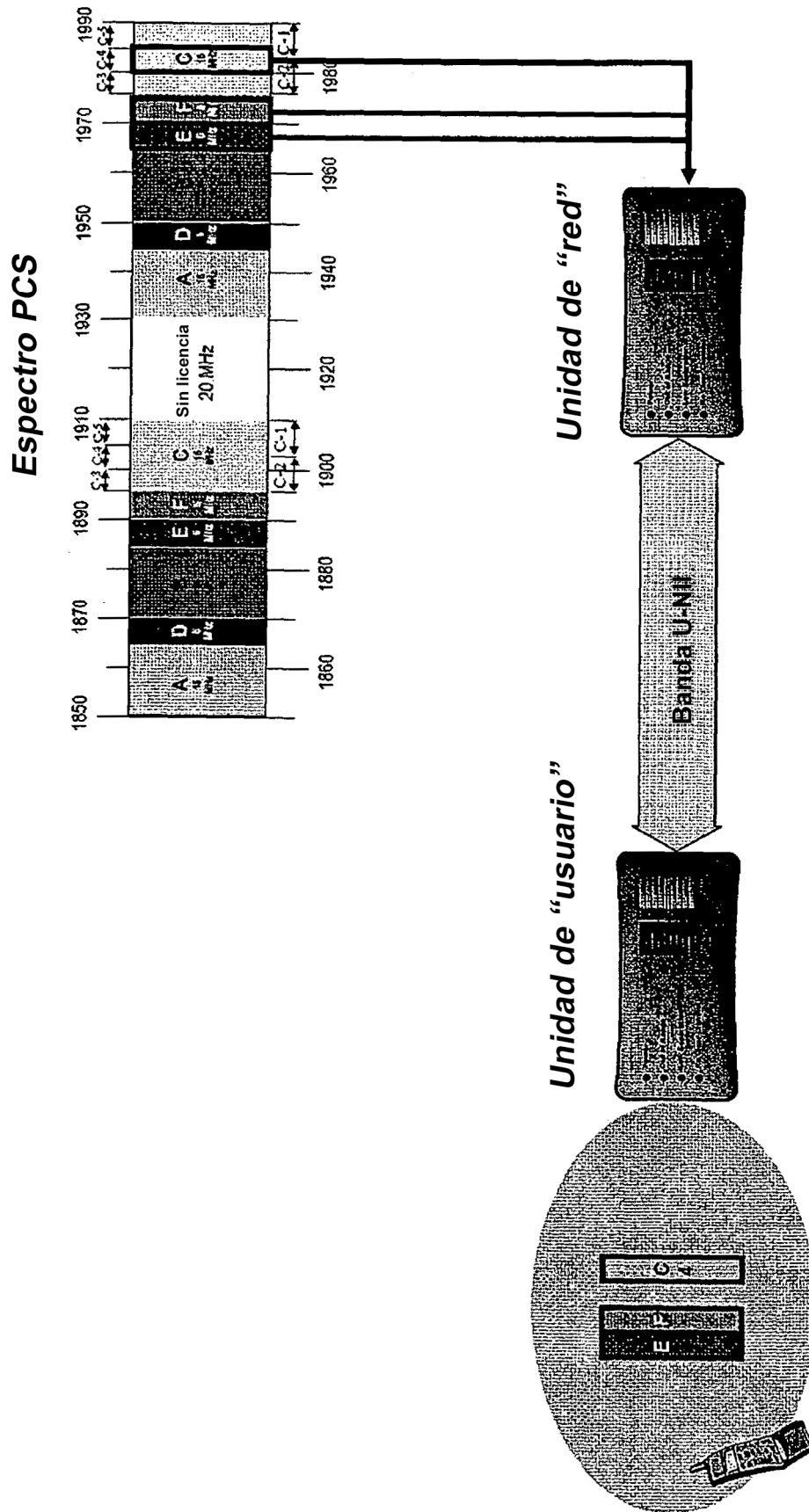


FIG. 2

300

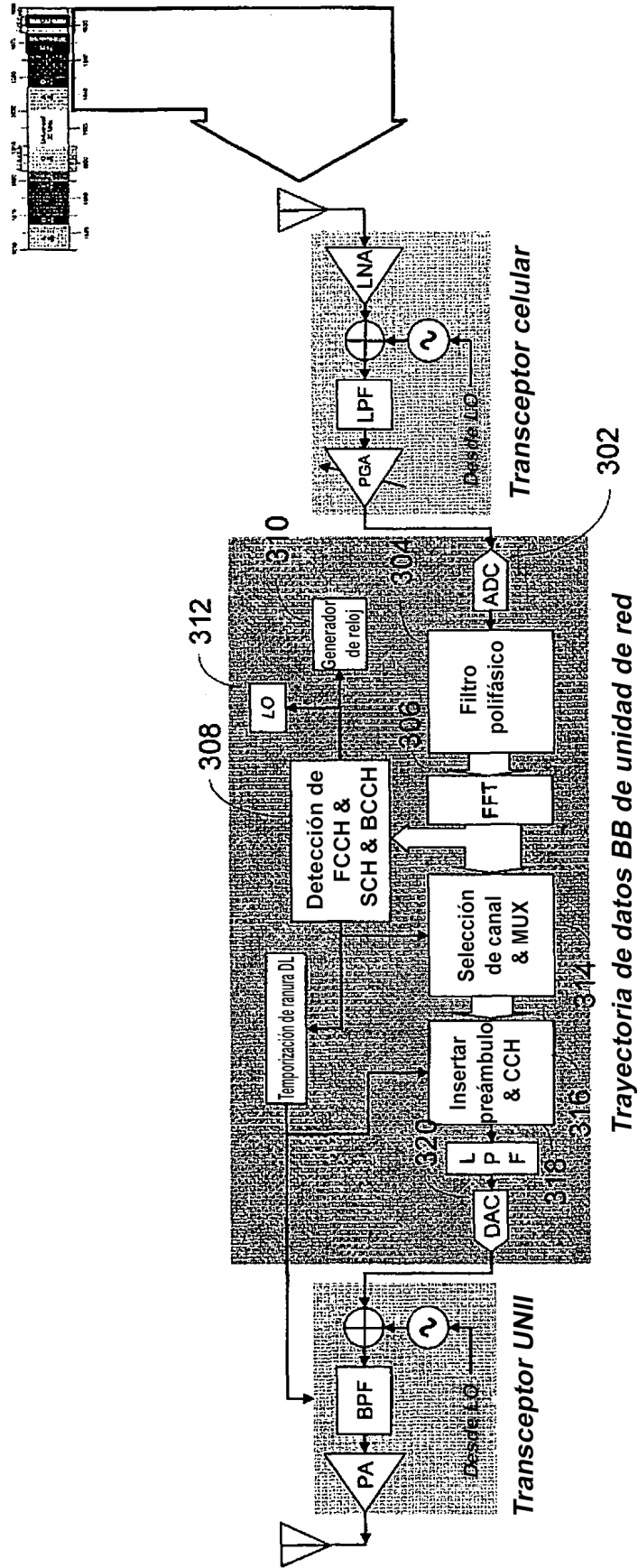


FIG. 3

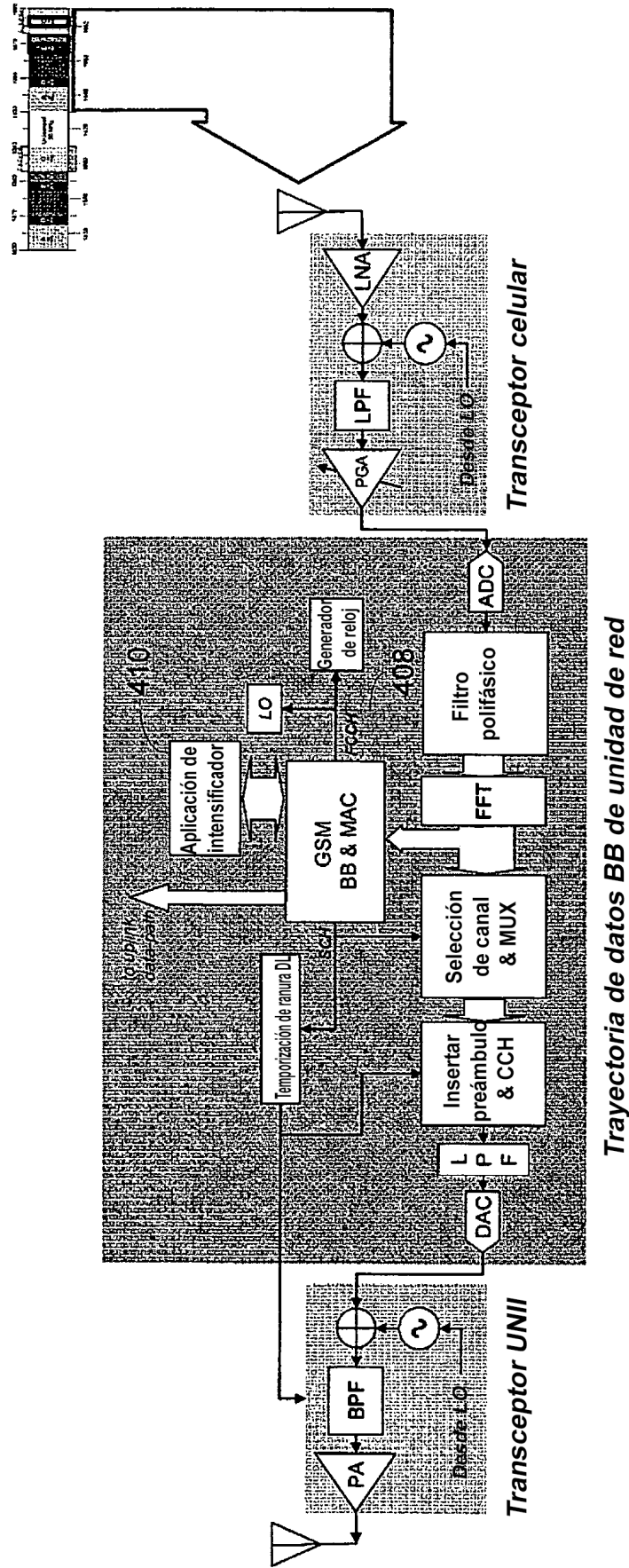


FIG. 4

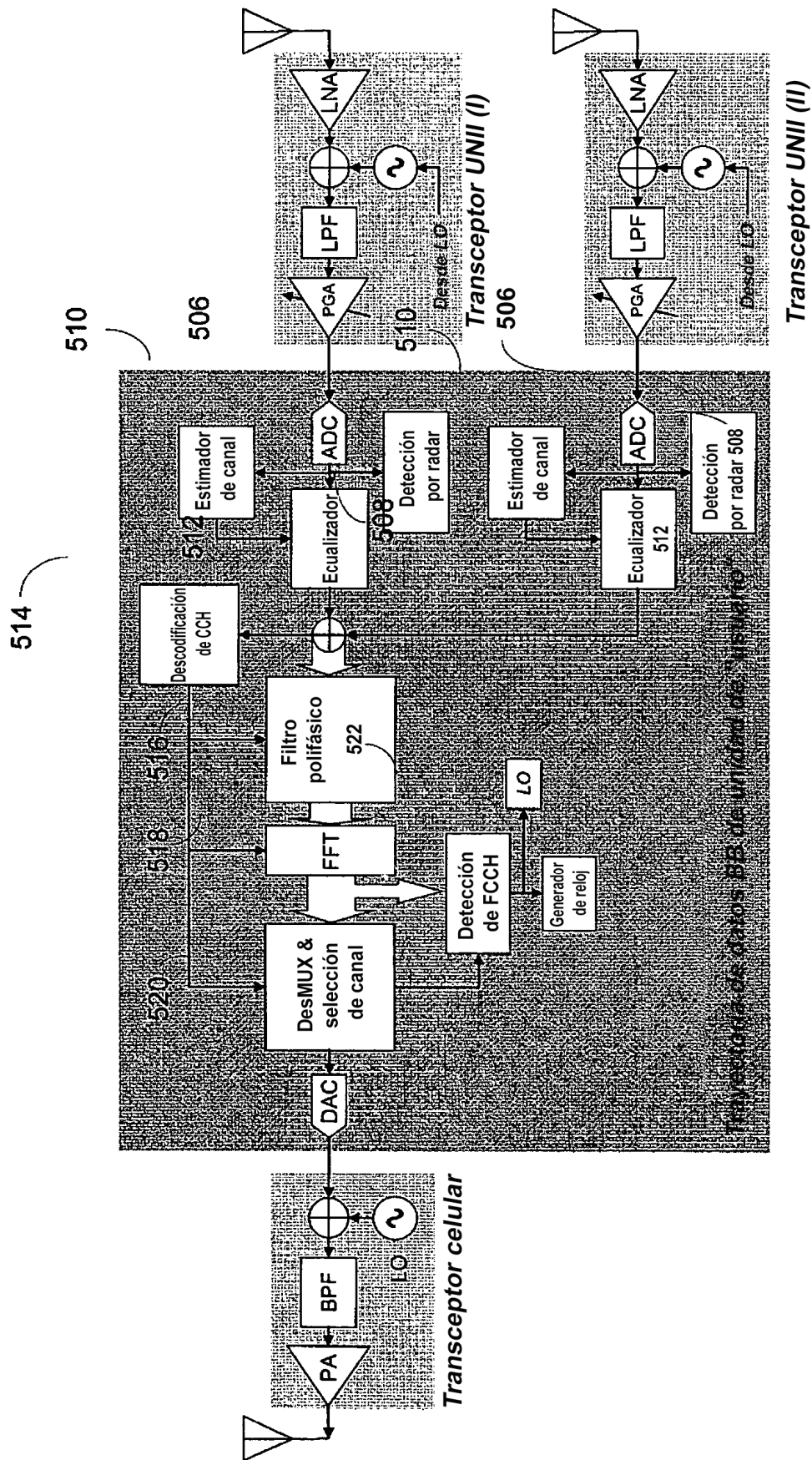


FIG. 5