

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 839**

51 Int. Cl.:

**H04J 1/00** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2004 E 04711906 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012 EP 1595345**

54 Título: **Gestión de la razón entre potencias máxima y media para la modulación multi-portadora en sistemas de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

**18.02.2003 US 368733**

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

**11.03.2013**

73 Titular/es:

**QUALCOMM, INCORPORATED (100.0%)  
5775 MOREHOUSE DRIVE  
SAN DIEGO, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**VIJAYAN, RAJIV;  
AGRAWAL, AVNEESH y  
JHA, SANJAY K.**

74 Agente/Representante:

**FÀBREGA SABATÉ, Xavier**

**ES 2 397 839 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

Gestión de la razón entre potencias máxima y media para la modulación multi-portadora en sistemas de comunicación inalámbrica

**ANTECEDENTES**5 **I. Campo**

La presente invención se refiere, en general, a la comunicación de datos y, más específicamente, a técnicas para gestionar la razón entre potencias máximas y medias (PAPR) para la modulación multi-portadora en sistemas de comunicación inalámbrica.

**II. Antecedentes**

10 Los sistemas de comunicación inalámbrica están extensamente desplegados para proporcionar diversos tipos de comunicación, tales como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de dar soporte a la comunicación de múltiples usuarios, compartiendo los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, el ancho de banda y la potencia de transmisión). Los ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

15 Un sistema de comunicación inalámbrica puede utilizar modulación multi-portadora para la transmisión de datos. Los ejemplos comunes de modulación multi-portadora incluyen multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) y multi-tono discreto (DMT). El OFDM divide efectivamente el ancho de banda global del sistema en un cierto número de sub-bandas ortogonales. Cada sub-banda está asociada a una portadora respectiva sobre la cual pueden modularse los datos. Las portadoras para las sub-bandas pueden modularse independientemente con datos, y las portadoras moduladas se agrupan entonces para generar una onda de salida.

20 La modulación multi-portadora tiene ciertas características deseables, incluyendo la capacidad de combatir los efectos del multi-trayecto. Sin embargo, un inconveniente mayor de la modulación multi-portadora es que la razón entre potencias máximas y medias (PAPR) para la onda de salida, es decir, la razón entre la potencia máxima y la potencia media de la onda generada por la modulación multi-portadora, puede ser alta. La PAPR alta es resultado de la posible agrupación en fase (o coherente) de todas las portadoras cuando son moduladas independientemente con datos. De hecho, puede mostrarse que la potencia máxima puede ser hasta N veces mayor que la potencia media para la modulación multi-portadora, donde N es el número de portadoras.

25 La PAPR alta para la onda generada por la modulación multi-portadora requiere normalmente que el amplificador de potencia sea operado en un nivel de potencia medio, que es habitualmente mucho menor que el nivel de potencia máximo (es decir, rebajado desde la potencia máxima). Esto es porque valores máximos grandes en la onda pueden causar que el amplificador de potencia opere en una región sumamente no lineal, o posiblemente recortada, lo que causaría entonces distorsión de intermodulación y otros fenómenos que pueden degradar la calidad de la señal. Operando el amplificador de potencia en una potencia rebajada con respecto a la máxima, donde el retroceso oscila habitualmente entre 4 y 7 dB, el amplificador de potencia puede abordar grandes valores máximos en la onda sin generar una distorsión excesiva. Sin embargo, el retroceso representa un funcionamiento ineficaz del amplificador de potencia durante otros momentos, cuando los grandes valores máximos no están presentes en la onda. Por tanto, es sumamente deseable minimizar la PAPR de la onda de modo que el amplificador de potencia pueda ser operado más cerca del nivel máximo de potencia, si se desea o si es necesario.

30 Han sido introducidos diversos esquemas para minimizar la PAPR para la modulación multi-portadora. La mayoría de estos esquemas intentan reducir la PAPR de la misma onda. Por ejemplo, un esquema convencional propone correlacionar los datos a transmitir con palabras de código específicas que han sido especialmente seleccionadas porque están asociadas a valores bajos de la PAPR. Otro esquema convencional propone usar "portadoras de reducción de valores máximos" que son moduladas de una manera tal que reduce los valores máximos en la onda. Otro esquema convencional más propone modular los datos en todas las portadoras, pero con distintas fases, para intentar reducir la PAPR de la onda. Estos diversos esquemas convencionales para reducir la PAPR pueden no ser aplicables para ciertos sistemas de comunicación multi-portadora. Este puede ser el caso, por ejemplo, si no están disponibles ni accesibles los datos para todas las portadoras, según lo descrito más adelante.

35 El documento "Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel for Digital Terrestrial Television (RCT) que incorpora OFDM de Acceso Múltiple; ETSI EN 301 958", ESTÁNDARES ETSI, LIS, SOPHIA ANTIPOLIS CEDEX, FRANCIA, vol. BC, nº V1.1.1, 1 de marzo de 2002 (2002-03-01), XP014004074 ISSN: 0000-0001"; se refiere a desplazamientos del enlace de RF (frecuencia de radio) del canal de retorno, y a rangos de servicio.

50 El documento EP 0 869 647 A2 se refiere a un sistema de modulación multi-portadora con parámetros operativos

dinámicamente ajustables a escala.

Finalmente, el documento WO 98 / 15153 se refiere a un procedimiento y aparato para mitigar los efectos de la intermodulación en sistemas de transmisión de múltiples señales. En una realización, las señales de comunicación son adjudicadas de modo que las señales de alta potencia estén situadas cerca de un centro de banda de frecuencia, mientras que las señales de baja potencia estén situadas cerca de los bordes de bandas de frecuencia.

Existe, por lo tanto, una necesidad en la técnica de técnicas para gestionar la PAPR para la modulación multi-portadora en sistemas de comunicación inalámbrica.

### **RESUMEN**

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 14. Se proporcionan en la presente memoria técnicas para gestionar la PAPR en diversos sistemas de comunicación inalámbrica multi-portadora y de acceso múltiple (por ejemplo, sistemas de OFDMA). Se reconoce que distintos terminales en un sistema de comunicación de acceso múltiple pueden estar asociados a distintas potencias requeridas de transmisión, a fin de lograr sus calidades deseadas de señal recibida. Las portadoras pueden asignarse a terminales en base a sus potencias transmisoras requeridas.

En un aspecto, el número de portadoras a adjudicar a cada terminal se hace depender de su potencia de transmisión requerida. Pueden adjudicarse menos portadoras a un terminal con una mayor potencia de transmisión requerida. Dado que una PAPR más pequeña está asociada a una onda generada con menos portadoras, el amplificador de potencia puede ser operado con un retroceso más pequeño y la onda puede ser transmitida a un nivel de potencia mayor. Por el contrario, pueden adjudicarse más portadoras a un terminal con una menor potencia de transmisión requerida. Incluso aunque una mayor PAPR esté asociada a una onda generada con más portadoras, el amplificador de potencia puede proporcionar mayor retroceso, dado que la potencia de transmisión requerida es inferior.

En otro aspecto, las portadoras específicas a asignar a los terminales están determinadas por sus niveles de potencia de transmisión. Los terminales con mayores potencias transmisoras requeridas tienen mayor probabilidad de generar altos niveles de distorsión de intermodulación. Estos terminales pueden tener asignadas portadoras cerca del medio de la banda operativa, de modo que su distorsión pueda caer dentro de la banda operativa. Por el contrario, es probable que los terminales con potencias transmisoras requeridas inferiores generen bajos niveles de distorsión de intermodulación. Estos terminales pueden tener asignadas portadoras cerca de los bordes de la banda operativa, dado que la distorsión estará, probablemente, por debajo de los requisitos especificados de emisión fuera de banda.

Diversos aspectos y realizaciones de la invención se describirán en mayor detalle más adelante.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Las características, naturaleza y ventajas de la presente invención se tornarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta más adelante, cuando se consideren conjuntamente con los dibujos, en los cuales los caracteres de referencia idénticos identifican de manera correspondiente en toda su extensión, y en los cuales:

La Figura 1 muestra un diagrama de un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple;

La Figura 2 muestra una estructura de sub-bandas / portadoras que puede usarse para un sistema de OFDMA;

La Figura 3A muestra dos ondas hipotéticas generadas por la modulación multi-portadora;

La Figura 3B muestra la transmisión de las dos ondas con una potencia máxima de transmisión  $P_{max}$  y de manera tal que minimice la distorsión de intermodulación;

La Figura 3C muestra la transmisión de las dos ondas, dada la máxima potencia de transmisión  $P_{max}$  y usando el control de potencia para lograr la calidad deseada de la señal recibida;

La Figura 4 muestra la asignación de portadoras a terminales de tal manera que reduzca las emisiones fuera de banda;

La Figura 5 muestra un proceso para adjudicar y asignar portadoras a terminales; y

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques de un punto de acceso y dos terminales.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

La **Figura 1** muestra un diagrama de un sistema 100 de comunicación inalámbrica de acceso múltiple que emplea modulación multi-portadora. El sistema 100 incluye un cierto número de puntos de acceso 110 que se comunican con un cierto número de terminales 120 (en la Figura 1 se muestran solamente dos puntos de acceso 110a y 110b, para mayor simplicidad). Un punto de acceso es una estación fija que se usa para comunicarse con los terminales. Un punto de

acceso también puede denominarse estación base, o alguna otra terminología.

Un terminal es una estación que se comunica con el punto de acceso. Un terminal también puede denominarse terminal de acceso, terminal de usuario, estación remota, estación móvil, dispositivo de comunicación inalámbrica, o alguna otra terminología. Cada terminal puede comunicarse con uno, o con múltiples, puntos de acceso por el enlace descendente y/o el enlace ascendente, en cualquier momento dado. El enlace descendente (es decir, el enlace directo) se refiere a la transmisión desde el punto de acceso al terminal, y el enlace ascendente (es decir, el enlace inverso) se refiere a la transmisión desde el terminal al punto de acceso.

Un controlador del sistema 130 se acopla a los puntos de acceso y puede acoplarse adicionalmente a otros sistemas, u otras redes (por ejemplo, una red de datos en paquetes). El controlador del sistema 130 proporciona coordinación y control a los puntos de acceso acoplados al mismo. Mediante los puntos de acceso, el controlador del sistema 130 controla adicionalmente el encaminamiento de datos entre los terminales, y entre los terminales y otros usuarios acoplados con los otros sistemas o redes.

Las técnicas descritas en la presente memoria para gestionar la PAPR pueden implementarse en diversos sistemas de comunicación inalámbrica de acceso múltiple y multi-portadora. Por ejemplo, el sistema 100 puede ser un sistema OFDMA que utiliza OFDM para la transmisión de datos. Además, estas técnicas pueden usarse para el enlace ascendente, así como para el enlace descendente. Para mayor claridad, estas técnicas están descritas específicamente para el enlace ascendente en un sistema OFDMA. En la siguiente descripción, un terminal activo es uno que está programado para transmisión de datos por el enlace ascendente (y, posiblemente, el enlace descendente).

La Figura 2 muestra una estructura 200 de sub-bandas/portadoras que puede usarse para un sistema OFDMA. El sistema tiene un ancho de banda global del sistema de  $W$  MHz, que está dividido en  $N$  sub-bandas ortogonales 210 usando el OFDM. Cada sub-banda tiene un ancho de banda de  $W/N$  MHz, y está asociada a una portadora 212 respectiva, sobre la cual pueden modularse los datos.

En un sistema OFDM típico, solamente  $M$  de las  $N$  portadoras totales se usan para transmisión de datos, donde  $M < N$ . Las restantes  $N - M$  portadoras no se usan para transmisión de datos y sus sub-bandas asociadas sirven como sub-bandas de guardia para permitir que el sistema satisfaga los requisitos de máscara espectral. Las  $M$  portadoras utilizables incluyen las portadoras  $F$  a  $F + M - 1$ , donde  $F$  es un entero usualmente seleccionado de modo que las  $M$  portadoras utilizables estén centradas en el medio de la banda operativa.

Para OFDM, hasta  $N$  portadoras para las  $N$  sub-bandas pueden modularse independientemente con datos. Las portadoras moduladas se agrupan luego entre sí para formar una onda de salida. Las portadoras moduladas pueden agruparse congruentemente (es decir, en fase), en cuyo caso habrá una gran amplitud en la onda. Puede mostrarse que la potencia máxima de la onda generada con  $N$  portadoras moduladas independientemente puede ser muchas veces mayor que la potencia media de la onda. El valor exacto para la PAPR depende de muchos factores. Además, el valor de interés a menudo no es el valor máximo absoluto, sino algún valor estadístico, por ejemplo, qué valor de la potencia instantánea es superado, digamos, el 99% del tiempo.

La Figura 3A muestra gráficos de dos ondas hipotéticas 310 y 312 que son generadas por la modulación multi-portadora. El eje horizontal indica el tiempo y el eje vertical indica la potencia. La onda 310 es generada con  $L$  portadoras, y la onda 312 es generada con  $2 \cdot L$  portadoras, donde  $L$  puede ser cualquier entero mayor que uno. La potencia media de la onda 310 es la misma que la de la onda 312. Sin embargo, la potencia máxima de la onda 312 es el doble de la de la onda 310, porque se usó el doble de portadoras para generar la onda 312. En consecuencia, la PAPR de la onda 312 es mayor que la PAPR de la onda 310.

Una onda generada por modulación multi-portadora se transmite habitualmente de tal manera como que limita la cantidad de distorsión de intermodulación. Esto requiere que el amplificador de potencia para la onda opere en un nivel medio de potencia,  $P_{avg}$ , que se reduce o rebaja desde el nivel máximo de potencia,  $P_{max}$ , para el amplificador de potencia. La cantidad a rebajar se selecciona de modo que el amplificador de potencia no funcione (o funcione mínimamente) en una región sumamente no lineal, o recorte. Más específicamente, el retroceso se selecciona normalmente de modo que la distorsión generada por el amplificador de potencia esté limitada a un nivel específico.

La **Figura 3B** muestra la transmisión de las dos ondas en la Figura 3A con la máxima potencia de transmisión  $P_{max}$ , y de tal manera que minimice la distorsión. La onda 310 puede ser transmitida con un retroceso  $BO_1$ , que está determinado, en parte, por la  $PAPR_1$  para esta onda (por ejemplo,  $BO_1 \leq PAPR_1$ ). De manera similar, la onda 312 puede ser transmitida con un retroceso  $BO_2$ , que está determinado, en parte, por la  $PAPR_2$  para esta onda (por ejemplo,  $BO_2 \leq PAPR_2$ ). La potencia de transmisión media ( $P_{avg1}$ ) de la onda 310 puede ser aproximadamente el doble de la potencia de transmisión media ( $P_{avg2}$ ) de la onda 312, limitando todavía a la vez la distorsión hasta aproximadamente el mismo nivel. La razón exacta entre  $P_{avg1}$  y  $P_{avg2}$  depende de los retrocesos específicos usados para las ondas 310 y 312.

Para un sistema OFDMA, las  $M$  portadoras utilizables pueden compartirse entre múltiples terminales activos. En el enlace

ascendente, a cada terminal activo se le pueden adjudicar un conjunto específico de portadoras sobre el cual puede transmitir datos. Tanto el número de portadoras a adjudicar a cada terminal activo, como qué portadoras específicas asignar al terminal, puede determinarse según se describe más adelante. Las portadoras asignadas a cada terminal pueden ser o no contiguas. Cada terminal activo puede luego transmitir usando sus portadoras específicas asignadas.

5 Con referencia nuevamente a la Figura 1, los terminales pueden estar dispersos por toda la extensión del sistema. Cada terminal está asociado a una pérdida específica de trayecto hasta su punto de acceso, que depende en gran medida de la distancia entre el terminal y el punto de acceso. Cada terminal también requiere una calidad específica de señal recibida en el punto de acceso para lograr un nivel deseado de prestaciones. La calidad requerida de la señal recibida puede cuantificarse mediante una razón específica entre la señal y el ruido recibidos (SNR), y el nivel deseado de prestaciones puede cuantificarse mediante una tasa de errores de trama (FER) específica, una tasa de errores de paquete (PER), etc. 10 La potencia de transmisión requerida para cada terminal depende de su pérdida de trayecto y su calidad de señal recibida requerida.

Si los terminales están dispersos por toda la extensión del sistema, entonces la pérdida de trayecto es habitualmente distinta entre un terminal y otro. Además, la calidad deseada de señal recibida puede ser distinta entre un terminal y otro según, por ejemplo, sus velocidades de datos. Así, la potencia de transmisión requerida es habitualmente distinta entre un terminal y otro. En general, los terminales que están situados más lejos del punto de acceso tienen mayores pérdidas de trayecto al punto de acceso y requerirían entonces mayores potencias de transmisión para lograr una calidad dada de señal recibida. Por ejemplo, los terminales 120a, 120b, 120d y 120g probablemente requerirán más potencia de transmisión que los terminales 120c, 120e y 120f para lograr la misma calidad de señal recibida en sus respectivos puntos 15 de acceso.

Cada terminal está asociado a una potencia de transmisión máxima específica,  $P_{max}$ , que puede usarse para la transmisión de datos. Esta máxima potencia de transmisión puede determinarse por restricciones regulatorias, el diseño del sistema y/o las limitaciones del amplificador de potencia usado por el terminal. La máxima magnitud de potencia de transmisión que puede usarse para la transmisión de datos de enlace ascendente estaría entonces limitada a  $P_{max}$ .

25 Un bucle de control de potencia puede mantenerse para controlar la potencia de transmisión de cada terminal activo. Debido a que puede existir una gran disparidad en las pérdidas de trayecto para los terminales activos, las potencias recibidas en el punto de acceso para estos terminales pueden variar en gran medida (por ejemplo, en tanto como 80 dB) si estos terminales transmiten todos al mismo nivel de potencia. Incluso aunque sean generadas sub-bandas ortogonales por el OFDM, las transmisiones de enlace ascendente desde los terminales activos pueden interferir entre sí debido, por ejemplo, a desfases en su temporización y/o frecuencia. Para limitar la magnitud de interferencia a las portadoras cercanas, la potencia de transmisión de cada terminal activo puede controlarse o ajustarse de modo que la calidad de señal recibida para el terminal esté dentro de una gama aceptable. La potencia de transmisión requerida para cada terminal se determinaría entonces en base al control de potencia de enlace ascendente, que puede ser grande. 30

En un aspecto, el número de portadoras a adjudicar a cada terminal activo depende de su potencia de transmisión requerida. Así, se pueden adjudicar distintos números de portadoras a distintos terminales, según sus potencias transmisoras requeridas. Se requiere mayor potencia de transmisión para lograr la calidad deseada de señal recibida cuando la pérdida de trayecto es mayor. Si se requiere mayor potencia de transmisión, entonces pueden adjudicarse menos portadoras. Dado que una PAPR más pequeña está asociada a una onda generada con menos portadoras, el amplificador de potencia puede ser operado con un retroceso más pequeño y la onda puede transmitirse a un nivel de potencia mayor. Por el contrario, dado que se requiere una menor potencia de transmisión cuando la pérdida de trayecto es más pequeña, pueden adjudicarse más portadoras. Incluso aunque una mayor PAPR esté asociada a una onda generada con más portadoras, el amplificador de potencia puede proporcionar mayor retroceso, ya que la potencia de transmisión requerida para la onda es menor. 35 40

La **Figura 3C** muestra la transmisión de las dos ondas en la Figura 3A, dada la máxima potencia de transmisión  $P_{max}$ , y usando el control de potencia para lograr la calidad de señal recibida deseada. La onda 310 se transmite con una potencia media requerida  $P_{req1}$ , que se rebaja en al menos  $BO_1$  desde  $P_{max}$ . La onda 312 se transmite con una potencia media requerida  $P_{req2}$ , que se rebaja en al menos  $BO_2$  desde  $P_{max}$ . Las potencias medias requeridas  $P_{req1}$  y  $P_{req2}$  pueden determinarse mediante las pérdidas de trayecto y las calidades requeridas de señal recibida asociadas a los terminales que transmiten estas ondas. La mayor potencia media requerida para la onda 310 puede deberse a una mayor pérdida de trayecto y/o a una mayor calidad de señal recibida requerida para la onda. Los retrocesos  $BO_1$  y  $BO_2$  pueden determinarse en base a las PAPR de estas ondas, según lo descrito anteriormente. 45 50

Según se muestra en la Figura 3C, para un amplificador de potencia restringido por la potencia de transmisión máxima  $P_{max}$ , la mayor potencia media requerida  $P_{req1}$  para la onda 310 puede ser proporcionada por el amplificador de potencia, dado que esta onda se genera con menos portadoras y está asociada a un retroceso más pequeño. Incluso aunque la onda 312 esté generada con más portadoras y esté asociada a un mayor retroceso, la potencia media requerida  $P_{req2}$  para esta onda también puede ser proporcionada por el amplificador de potencia, ya que este nivel de potencia es inferior. 55

El número máximo de portadoras que se le pueden adjudicar a cada terminal activo puede así hacerse dependiente de la potencia de transmisión requerida y de la máxima potencia de transmisión para el terminal. La determinación del máximo número de portadoras que se le pueden ser adjudicar a cada terminal puede hacerse en base a diversos esquemas, dos de los cuales se describen a continuación.

- 5 En un primer esquema de adjudicación de portadoras, se forma una tabla para la máxima potencia media permitida con respecto al número de portadoras. Esta tabla puede incluir una entrada para cada número posible de portadoras que se puedan asignar. Por ejemplo, la tabla puede incluir N entradas para N portadoras, donde  $i$  indica el número de portadoras para la  $i$ -ésima entrada en la tabla. Para cada entrada, se determina la mayor potencia media  $P_{mavg,i}$  que se puede usar para el número asociado de portadoras,  $i$  (por ejemplo, empíricamente, por simulación, o mediante algún otro medio). Esta máxima potencia media permitida,  $P_{mavg,i}$  se basa en una hipótesis de la máxima potencia de transmisión  $P_{max}$  para los terminales (que se puede especificar para el sistema o por restricciones regulatorias). La tabla puede formarse según se muestra en la TABLA 1.

TABLA 1

Número de portadoras	Máxima potencia media permitida
$N$	$P_{mavg,N}$
<b>N</b>	<b>N</b>
$i$	$P_{mavg,i}$
<b>N</b>	<b>=N</b>
1	$P_{mavg,1}$

- 15 Dado que las ondas con más portadoras están asociadas a mayores retrocesos, la máxima potencia media permitida disminuye con números crecientes de portadoras (es decir,  $P_{mavg,1} > P_{mavg,2} > \dots > P_{mavg,N}$ ).

- 20 El máximo número de portadoras que se pueden adjudicar a cada terminal activo puede entonces determinarse en base a la potencia de transmisión requerida,  $P_{req}$ , para el terminal y la tabla. En particular, la potencia de transmisión requerida para el terminal puede compararse con las potencias medias permitidas máximas en la tabla. Se identifica la potencia media máxima permitida más pequeña ( $P_{mavg,s}$ ) que sea mayor o igual que  $P_{req}$ , y se determina el número de portadoras S asociadas a esta  $P_{mavg,s}$ . Al terminal se le pueden entonces adjudicar cualquier número de portadoras menor o igual que S.

- 25 En un segundo esquema de adjudicación de portadoras, se forma una tabla para los retrocesos requeridos con respecto al número de portadoras. Esta tabla también puede incluir una entrada para cada posible número de portadoras que se puedan asignar. Para cada entrada, se determina el retroceso  $BO_i$  mínimo requerido para el número asociado de portadoras,  $i$  (por ejemplo, empíricamente, por simulación, o mediante algún otro medio). Esta tabla se puede formar según se muestra en la TABLA 2.

TABLA 2

Número de portadoras	Retroceso requerido
$N$	$BO_N$
<b>N</b>	<b>N</b>
$i$	$BO_i$
<b>N</b>	<b>N</b>
1	$BO_1$

Las ondas con más portadoras están asociadas a los mayores retrocesos, de modo que  $BO_N > \dots > BO_2 > BO_1$ .

- 30 El máximo número de portadoras que se pueden adjudicar a cada terminal activo puede entonces determinarse en base a la potencia de transmisión requerida y a la máxima potencia de transmisión para el terminal. En particular, la diferencia entre las potencias transmisoras máxima y requerida para el terminal se calcula primero. Esta diferencia calculada se compara entonces con los retrocesos requeridos en la tabla. El mayor retroceso requerido ( $BO_s$ ) que sea menor o igual

que esta diferencia calculada se identifica entonces, y se determina el número de portadoras  $S$  asociado a este  $BO_S$ . Al terminal se le pueden adjudicar luego cualquier número de portadoras menor o igual que  $S$ .

El número máximo de portadoras que se pueden adjudicar a cada terminal activo puede determinarse inicialmente, según lo descrito anteriormente. El número efectivo de portadoras a adjudicar a cada terminal puede entonces determinarse en base a cualquier número de factores adicionales. Tales factores pueden referirse a (1) la cantidad de datos a transmitir, (2) la equidad, (3) la prioridad de los terminales, y así sucesivamente. El número específico de portadoras efectivamente adjudicadas a cada terminal es igual o menor que el número máximo de portadoras que se pueden adjudicar. Las portadoras específicas adjudicadas a cada terminal pueden ser contiguas o no.

Muchos sistemas de comunicación inalámbrica son operados en bandas de frecuencia con requisitos de máscara espectral que limitan la cantidad de emisiones fuera de banda. Para estos sistemas, las portadoras a asignar a cada terminal activo pueden seleccionarse de modo que las emisiones fuera de banda sean reducidas o minimizadas en todo lo posible.

La **Figura 4** muestra requisitos de emisión típicos para una banda operativa típica de frecuencia de radio (RF). La banda operativa tiene requisitos de máscara espectral que están caracterizados por una emisión máxima específica en la banda y una emisión máxima específica fuera de banda. La emisión máxima en la banda puede especificarse, por ejemplo, mediante una restricción de potencia de transmisión específica por MHz. De manera similar, la máxima emisión fuera de banda puede ser especificada por una específica restricción de potencia de transmisión por MHz, por debajo de la frecuencia  $f_1$  y por encima de la frecuencia  $f_2$ .

Los amplificadores de potencia se diseñan habitualmente de modo que sean lineales en los niveles bajos a medios de potencia de salida y se tornen más no lineales a mayores niveles de potencia de salida. Así, cuando un amplificador de potencia es operado a un alto nivel de potencia de salida, un mayor nivel de no linealidad en el amplificador de potencia puede causar distorsión de intermodulación que caiga fuera de la banda de señal. La magnitud de la distorsión depende del diseño específico del amplificador de potencia y del nivel de potencia de salida. Si la no linealidad y/o el nivel de potencia de salida son suficientemente altos, entonces la distorsión resultante puede superar el requisito especificado de máxima emisión fuera de banda.

En otro aspecto, las portadoras específicas a asignar a los terminales activos están determinadas por sus potencias transmisoras requeridas. Un terminal con una mayor pérdida de trayecto al punto de acceso (por ejemplo, un terminal situado cerca del borde del área de cobertura) y/o una mayor calidad de señal recibida requerida necesita transmitir a un mayor nivel de potencia para lograr la calidad de señal recibida requerida en el punto de acceso. Es más probable que este terminal, por tanto, genere un alto nivel de distorsión de intermodulación. Al terminal se le pueden entonces asignar portadoras cerca del medio de la banda operativa, de modo que la distorsión pueda caer dentro de la banda operativa. El mayor nivel de distorsión desde este terminal puede causar interferencia adicional a otras portadoras, por lo que las potencias transmisoras para estas portadoras pueden aumentarse en consecuencia para compensar el mayor nivel de interferencia.

Por el contrario, un terminal con una pérdida de trayecto más pequeña al punto de acceso (por ejemplo, un terminal situado cerca del punto de acceso) y/o una menor calidad de señal recibida requerida puede transmitir a un menor nivel de potencia y lograr todavía la calidad requerida de señal recibida en el punto de acceso. Es probable que este terminal, por tanto, genere un bajo nivel de distorsión de intermodulación. Al terminal pueden asignarse luego portadoras cerca de los bordes de la banda operativa, dado que la distorsión probablemente estará por debajo del requisito especificado de máxima emisión fuera de banda. Las portadoras específicas adjudicadas a cada terminal pueden estar situadas dentro de una parte específica de la banda operativa, pero no necesitan ser contiguas.

La **Figura 4** también muestra la asignación de portadoras a terminales activos, de tal manera que reduce las emisiones fuera de banda. Un grupo de portadoras 410 cerca del medio de la banda operativa pueden asignarse a un terminal que necesita transmitir a un nivel de potencia de salida alto. Dos grupos de portadoras 412 y 414 cerca de los bordes de la banda operativa pueden asignarse a los mismos, o distintos, terminales que puedan transmitir a un bajo nivel de potencia de salida. Las transmisiones de enlace ascendente en estos grupos de portadoras son desde múltiples terminales. Sin embargo, estas transmisiones de enlace ascendente están superpuestas en el mismo gráfico en la Figura 4, para mayor claridad.

En un esquema de asignación de portadoras, las portadoras se asignan a terminales activos en base a sus potencias transmisoras requeridas. Para un intervalo de transmisión dado, se determina primero el número de portadoras a adjudicar a cada terminal activo (por ejemplo, en base a la potencia de transmisión requerida del terminal activo y, posiblemente, a otros factores, según lo descrito anteriormente). Los terminales activos pueden estar asociados a distintas potencias transmisoras requeridas. El grupo de portadoras a asignar al terminal activo con la mayor potencia de transmisión requerida se selecciona entonces para que esté cerca del medio de la banda operativa, el grupo de portadoras para el terminal activo con la siguiente mayor potencia de transmisión requerida se selecciona para que sean las más cercanas al medio de la banda operativa, y así sucesivamente, y el grupo de portadoras para el terminal activo con la potencia de

transmisión más baja requerida se selecciona entonces para que esté cerca de los bordes de la banda operativa. Este esquema de asignación de portadoras puede reducir las emisiones fuera de banda en todo lo posible.

En otro esquema de asignación de portadoras, cada portadora utilizable está asociada a un respectivo nivel de umbral de potencia, y las portadoras se asignan a los terminales activos en base a los niveles de umbral de potencia y a las potencias transmisoras requeridas para los terminales; en particular, una portadora dada puede ser asignada a un terminal si la potencia de transmisión requerida es igual o menor que el nivel del umbral de potencia. Las portadoras cerca del medio de la banda operativa pueden asociarse a los mayores niveles de umbral de potencia, y aquellas cerca de los bordes de la banda pueden ser asociadas a los niveles inferiores de umbral de potencia. Estos niveles de umbral de potencia pueden seleccionarse de modo que las emisiones especificadas fuera de banda puedan satisfacerse para un esquema dado de modulación multi-portadora. De este modo, a un terminal situado cerca del borde del área de cobertura y con una mayor potencia de transmisión requerida solamente se le pueden asignar portadoras cerca del medio de la banda operativa, mientras que a un terminal con una menor potencia de transmisión requerida se le pueden asignar portadoras en cualquier parte dentro de la banda operativa.

Las portadoras también pueden ser asignadas a los terminales activos de algunas otras maneras para reducir las emisiones fuera de banda, y esto entra dentro del alcance de la invención. Además, las técnicas de asignación de portadoras descritas en la presente memoria pueden usarse solas o en combinación con las técnicas de adjudicación de portadoras descritas anteriormente.

La **Figura 5** muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso 500 para adjudicar y asignar portadoras a terminales activos. Inicialmente, se obtiene la información pertinente con respecto a la potencia de transmisión de cada terminal a planificar para transmisión de datos (etapa 512). En una realización, se obtienen las potencias transmisoras requerida y máxima para cada terminal. La potencia de transmisión requerida para cada terminal puede ser enviada por el terminal u obtenerse en base a algún otro medio. La máxima potencia de transmisión para cada terminal puede ser enviada por el terminal, conocerse a priori, u obtenerse en base a algún otro medio. En otra realización, se obtiene la diferencia entre las potencias transmisoras máxima y requerida para cada terminal. En otra realización más, pueden obtenerse la potencia de transmisión máxima y la potencia de transmisión inicial para cada terminal (por ejemplo, durante el registro), y la potencia de transmisión requerida para el terminal puede estimarse a continuación en base a la potencia de transmisión inicial y a una acumulación de todos los comandos de control de potencia enviados al terminal. La información pertinente de la potencia de transmisión puede, por tanto, proporcionarse de diversas maneras.

El número máximo de portadoras que pueden adjudicarse a cada terminal se determina luego en base a la información de potencia de transmisión (por ejemplo, en base a las potencias transmisoras requerida y máxima) (etapa 514). Esto puede lograrse usando diversos esquemas, tales como los dos esquemas de adjudicación de portadoras descritos anteriormente. Un número específico de portadoras se adjudican luego a cada terminal en base a (1) el número máximo de portadoras que puedan adjudicarse al terminal, (2) el número total de portadoras disponibles para la adjudicación a todos los terminales y (3) cualquier número de otros factores (etapa 516). El número de portadoras adjudicadas a cada terminal está acotado por el número máximo que se pueda adjudicar. Además, la suma de todas las portadoras adjudicadas a los terminales está acotada por el número total de portadoras disponibles para la adjudicación.

Portadoras específicas se asignan entonces a cada terminal, de tal manera que la cantidad de emisiones fuera de banda pueda reducirse o minimizarse (etapa 518). Esto puede lograrse usando diversos esquemas, tales como los dos esquemas de asignación de portadoras descritos anteriormente. Las portadoras asignadas para cada terminal pueden luego ser señalizadas al terminal mediante una asignación de portadora. Cada terminal planificado transmitiría luego usando las portadoras asignadas específicas y durante el periodo de tiempo planificado.

La **Figura 6** muestra un diagrama de bloques de una realización de un punto de acceso 110x y dos terminales 120x y 120y en un sistema de comunicación de múltiples portadoras y acceso múltiple 100.

En el enlace descendente, en el punto de acceso 110x, un procesador de datos de transmisión (TX) 614 recibe datos de tráfico (es decir, bits de información) desde un origen de datos 612, y señalización y otra información desde un controlador 620 y un planificador 630. Por ejemplo, el controlador 620 puede proporcionar comandos de control de potencia (PC) que se usan para ajustar la potencia de transmisión de los terminales activos, y el planificador 630 puede proporcionar asignaciones de portadoras para los terminales. Estos diversos tipos de datos se pueden enviar por distintos canales de transporte. El procesador 614 de datos de TX codifica y modula los datos recibidos usando la modulación multi-portadora (por ejemplo, OFDM) para proporcionar datos modulados (por ejemplo, símbolos de OFDM). Una unidad transmisora (TMTR) 616 procesa luego los datos modulados para generar una señal modulada de enlace descendente que se transmite entonces desde una antena 618.

En cada uno de los terminales 120x y 120y, la señal modulada de enlace descendente transmitida es recibida por una antena 652 y proporcionada a una unidad receptora (RCVR) 654. La unidad receptora 654 procesa y digitaliza la señal recibida para proporcionar muestras. Un procesador de datos recibidos (RX) 656 demodula y descodifica luego las muestras para proporcionar datos descodificados, que pueden incluir datos de tráfico recuperados, mensajes,



señalización, etc. Los datos de tráfico pueden ser proporcionados a un sumidero de datos 658, y los comandos de asignación de portadora y de PC enviados para el terminal se proporcionan a un controlador 660.

El controlador 660 dirige la transmisión de datos por el enlace ascendente, usando las portadoras específicas que han sido asignadas al terminal, e indicadas en la asignación de portadora recibida. El controlador 660 ajusta adicionalmente la potencia de transmisión usada para las transmisiones de enlace ascendente en base a los comandos de PC recibidos.

Para el enlace ascendente, en cada terminal activo 120, un procesador de datos de TX 674 recibe datos de tráfico desde un origen de datos 672, y señalización y otra información desde el controlador 660. Por ejemplo, el controlador 660 puede proporcionar información indicativa de la potencia de transmisión requerida, la máxima potencia de transmisión, o la diferencia entre las potencias transmisoras máxima y requerida para el terminal. Los diversos tipos de datos son codificados y modulados por el procesador 674 de datos de TX usando las portadoras asignadas, y procesados adicionalmente por una unidad transmisora 676 para generar una señal modulada de enlace ascendente que se transmite entonces desde la antena 652.

En el punto 110x de acceso, las señales moduladas de enlace ascendente transmitidas desde los terminales son recibidas por la antena 618, procesadas por una unidad receptora 632, y demoduladas y descodificadas por un procesador 643 de datos de RX. La unidad receptora 632 puede estimar la calidad de señal recibida (por ejemplo, la razón recibida entre señal y ruido (SNR)) para cada terminal y proporcionar esta información al controlador 620. El controlador 620 puede luego obtener los comandos de PC para cada terminal de modo que la calidad de señal recibida para el terminal se mantenga dentro de un rango aceptable. El procesador de datos de RX 634 proporciona la información de retroalimentación recuperada (por ejemplo, la potencia de transmisión requerida) para cada terminal al controlador 620 y al planificador 630.

El planificador 630 usa la información de retroalimentación para realizar un cierto número de funciones tales como (1) seleccionar un conjunto de terminales para la transmisión de datos por el enlace ascendente y (2) asignar portadoras a los terminales seleccionados. Las asignaciones de portadoras para los terminales planificados se transmiten entonces por el enlace descendente para estos terminales.

Para mayor claridad, las técnicas para gestionar la PAPR han sido descritas específicamente para el enlace ascendente en un sistema de OFDMA. Estas técnicas también pueden usarse para la transmisión de enlace descendente, desde el punto de acceso a los terminales. En un esquema de transmisión de enlace descendente, se usa OFDMA para el enlace descendente, de forma similar a la del enlace ascendente, y el multiplexado de portadora puede usarse para transmitir datos a múltiples terminales por el enlace descendente simultáneamente dentro de un intervalo temporal dado. En otro esquema de transmisión de enlace descendente, los datos son transmitidos a un terminal a la vez, de manera multiplexada por división temporal (TDM). Para ambos esquemas de transmisión de enlace descendente, el número de portadoras a adjudicar a cada terminal y las portadoras específicas a asignar a cada terminal pueden determinarse según lo descrito anteriormente, en base a la potencia de transmisión requerida para el terminal. Para el esquema de transmisión de enlace descendente de OFDMA, las portadoras disponibles pueden asignarse a múltiples terminales, de modo que la PAPR de la señal de enlace descendente para todos los terminales planificados se mantenga dentro de un valor deseado específico. Para el esquema de transmisión de enlace descendente TDM-OFDM, el número de portadoras asignadas al terminal servido puede seleccionarse de modo que la PAPR de la señal de enlace descendente a este terminal también se mantenga dentro del valor deseado. Los datos para cada terminal planificado pueden transmitirse entonces usando las específicas portadoras asignadas y con la potencia de transmisión requerida para el terminal.

Para OFDM, los datos a transmitir por cada portadora son modulados primero (es decir, correlacionados con símbolos) usando un esquema de modulación específico seleccionado para su uso para esa portadora, a fin de proporcionar un símbolo de modulación para cada periodo de símbolos. Los símbolos de modulación para cada terminal se ajustan entonces a escala para lograr la potencia de transmisión requerida para el terminal. Las portadoras no usadas son dotadas de valores de señal cero. Para cada periodo de símbolos, M símbolos ajustados a escala, para M portadoras utilizables, y  $N - M$  ceros para las portadoras no utilizadas, se transforman al dominio temporal usando una transformación rápida inversa de Fourier (IFFT), para obtener un símbolo "transformado" que incluye N muestras del dominio temporal. Para combatir la interferencia entre símbolos causada por el desvanecimiento selectivo de frecuencia (que es resultado de un canal multi-trayecto), una parte de cada símbolo transformado puede repetirse para formar un símbolo OFDM correspondiente. Los símbolos OFDM generados de esta manera para distintos periodos de símbolos se procesan entonces para generar la señal modulada de enlace descendente que se transmite a los terminales.

Para el enlace descendente, si las M portadoras utilizables son transmitidas todas al mismo nivel de potencia, entonces la PAPR de la onda de OFDM puede ser grande. Sin embargo, asignando más portadoras a terminales con menores potencias transmisoras requeridas y menos portadoras a terminales con mayores potencias transmisoras requeridas, la PAPR de la onda será más pequeña. Esto permitiría entonces que el amplificador de potencia en el punto de acceso fuera operado con un menor retroceso y con un mayor nivel de potencia de salida. Esto, a su vez, puede permitir que se usen mayores velocidades de datos para uno o más de los terminales.

- Las técnicas descritas en la presente memoria para gestionar la PAPR para la modulación multi-portadora pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden ser implementadas en hardware, software, o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, los elementos usados para implementar las técnicas en el punto de acceso y en el terminal pueden ser implementados dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en la presente memoria, o una combinación de los mismos.
- 5
- Para una implementación en software, las técnicas descritas en la presente memoria pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que realicen las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de memoria (por ejemplo, las unidades 622 y 662 de memoria en la Figura 6) y ser ejecutados por un procesador (por ejemplo, los controladores 620 y 660 y el planificador 630). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o ser externa al procesador, en cuyo caso puede estar acoplada comunicativamente con el procesador mediante diversos medios, según se conoce en la tecnología.
- 10
- La anterior descripción de las realizaciones reveladas se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la tecnología hacer o utilizar la presente invención. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán inmediatamente evidentes para los expertos en la tecnología, y los principios genéricos definidos en la presente memoria pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de gestión de la razón entre potencias máxima y media, PAPR, para la modulación multi-portadora en un sistema (100) de comunicación inalámbrica multi-portadora, **caracterizado por que** el procedimiento comprende:
  - 5 5. determinar (514) un número máximo de portadoras que pueden adjudicarse a cada terminal (120) en una pluralidad de terminales, en base a una potencia de transmisión requerida para el terminal, a fin de gestionar la razón de potencias máxima y media, PAPR, y adjudicar (516) a cada terminal (120) un número específico de portadoras que sea menor o igual que el máximo número de portadoras determinadas para el terminal.
  - 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que determinar para cada terminal incluye comparar la potencia de transmisión requerida para el terminal con las potencias permitidas máximas para distintos números de portadoras, y en donde el máximo número de portadoras que pueden adjudicarse al terminal es igual al número de portadoras asociadas a la potencia máxima permitida más pequeña que sea mayor que la potencia de transmisión requerida.
  - 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que determinar para cada terminal incluye calcular una diferencia entre una potencia de transmisión máxima para el terminal y la potencia de transmisión requerida para el terminal, y en donde el máximo número de portadoras que se pueden adjudicar al terminal se determina en base a la diferencia calculada.
  - 20 4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que determinar para cada terminal incluye además comparar la diferencia calculada con los retrocesos requeridos para distintos números de portadoras, y en donde el número máximo de portadoras que se pueden adjudicar al terminal es igual al número de portadoras asociadas al mayor retroceso requerido que sea más pequeño que la diferencia calculada.
  - 25 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que a un terminal asociado a una mayor potencia de transmisión requerida se le asignan portadoras situadas cerca del medio de una banda operativa, y a un terminal asociado a una menor potencia de transmisión requerida se le asignan portadoras situadas cerca de un borde de la banda operativa.
  6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
    - transmitir datos para cada terminal por el número específico de portadoras adjudicadas al terminal, y con la potencia de transmisión requerida para el terminal.
  7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
    - 30 recibir una transmisión de datos desde cada terminal por el número específico de portadoras adjudicadas al terminal.
  8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el número específico de portadoras adjudicadas a cada terminal está además basado en un número total de portadoras disponibles para la adjudicación a la pluralidad de terminales.
  - 35 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el número específico de portadoras adjudicadas a cada terminal está además basado en al menos un factor adicional.
  10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que dicho al menos un factor adicional incluye un factor que se refiere a la cantidad de datos a transmitir.
  - 40 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la potencia de transmisión requerida para cada terminal se determina en base a una calidad de señal recibida requerida para el terminal.
  12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la potencia de transmisión requerida para cada terminal se determina en base a un bucle de control de potencia mantenido para el terminal.
  13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación inalámbrica implementa multiplexado por división ortogonal de frecuencias, OFDM.
  - 45 14. Un aparato en un sistema (100) de comunicación inalámbrica multi-portadora, **caracterizado por que** el aparato comprende:
    - medios para determinar un número máximo de portadoras que pueden adjudicarse a cada terminal (120) en una

pluralidad de terminales, en base a una potencia de transmisión requerida para el terminal, a fin de gestionar la razón de potencias máximas y medias, PAPR; y

medios para adjudicar a cada terminal (120) un número específico de portadoras que sea menor o igual al número máximo de portadoras determinado para el terminal.

5 15. El aparato de la reivindicación 14, que comprende además:

medios para asignar portadoras específicas a cada terminal, de tal manera que reduce las emisiones fuera de banda.

16. El aparato de la reivindicación 14, que comprende además:

10 medios para recibir una transmisión de datos desde cada terminal por el número específico de portadoras adjudicadas al terminal.

17. El aparato de la reivindicación 14, que comprende además:

medios para transmitir datos a cada terminal por el número específico de portadoras adjudicadas al terminal, y con la potencia de transmisión requerida para el terminal.

15 18. El aparato de la reivindicación 14, en donde el aparato es un punto (110) de acceso en un sistema (100) de comunicación inalámbrica multi-portadora, en el que

20 los medios para determinar comprenden un planificador (630), operativo para determinar un número máximo de portadoras que se pueden adjudicar a cada terminal (120) en una pluralidad de terminales, en base a una potencia de transmisión requerida para el terminal, adjudicar a cada terminal (120) un número específico de portadoras que sea menor o igual al número máximo de portadoras determinado para el terminal, y proporcionar asignaciones de portadoras indicativas del número específico de portadoras adjudicadas a cada terminal (120); y

en el que el aparato comprende adicionalmente un procesador (614) de datos de transmisión, operativo para procesar las asignaciones de portadoras, para la transmisión a la pluralidad de terminales (120).

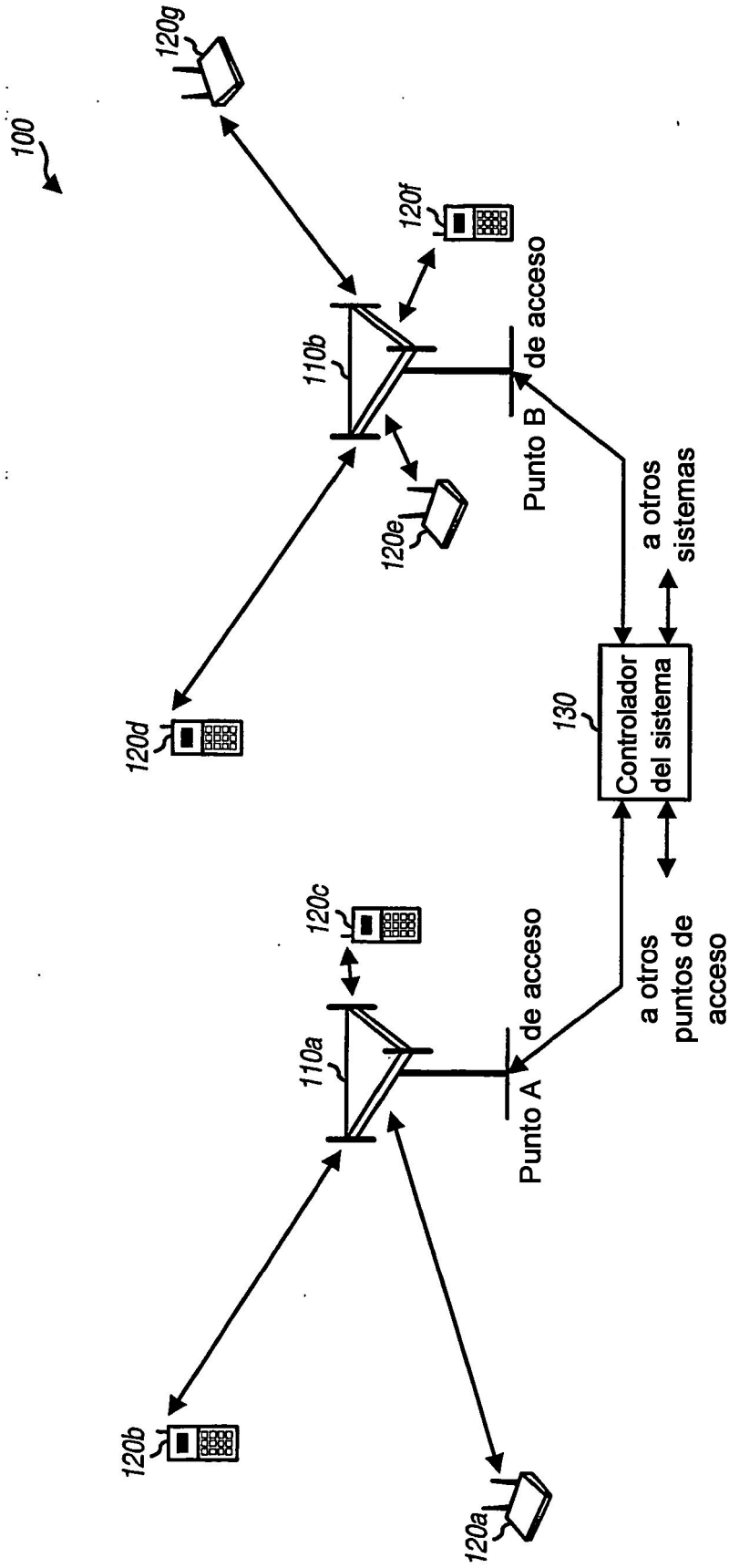
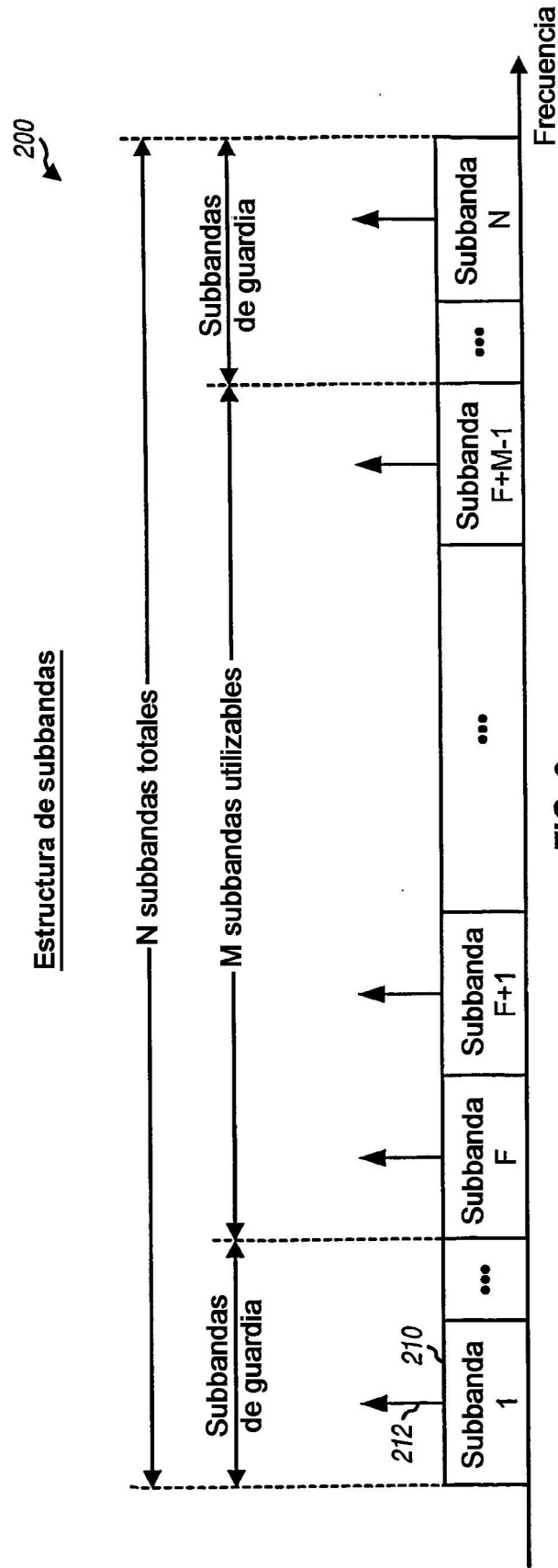


FIG. 1



**FIG. 2**

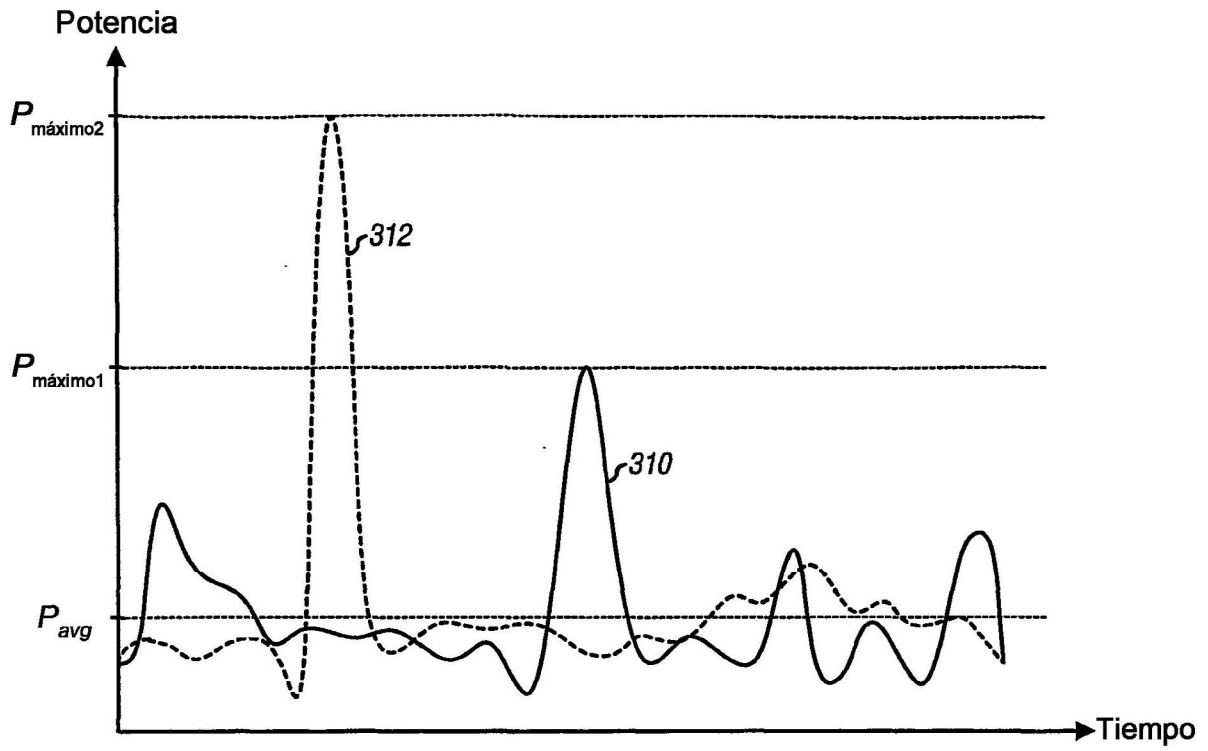


FIG. 3A

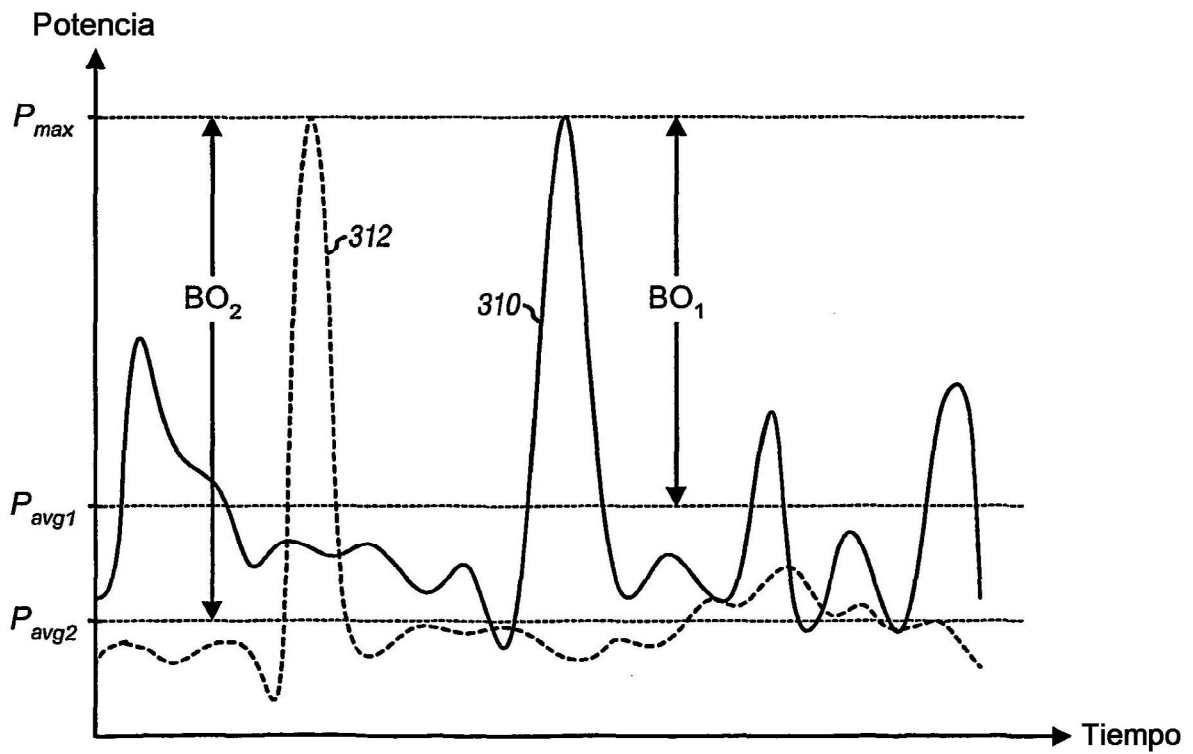
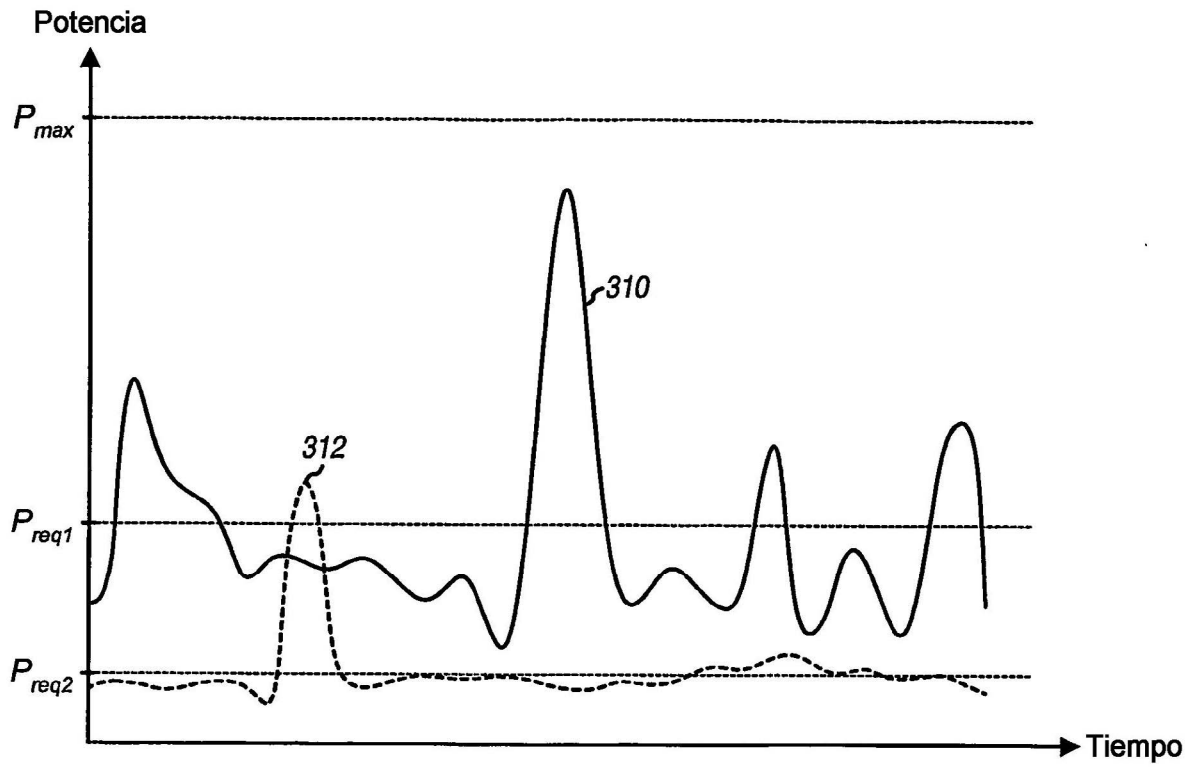


FIG. 3B



**FIG. 3C**



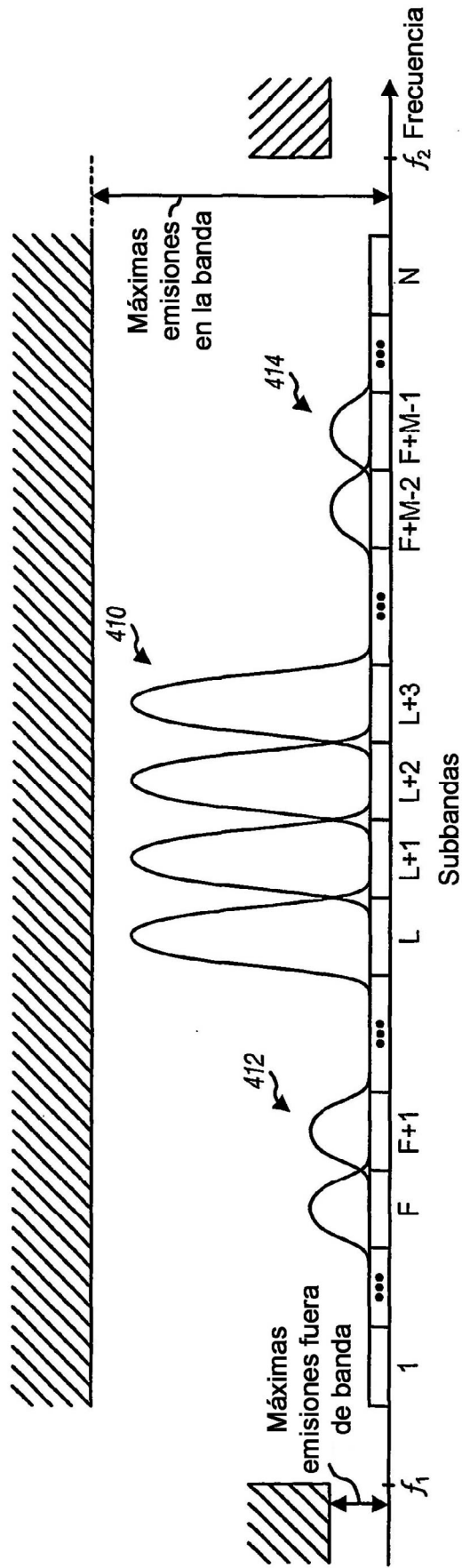
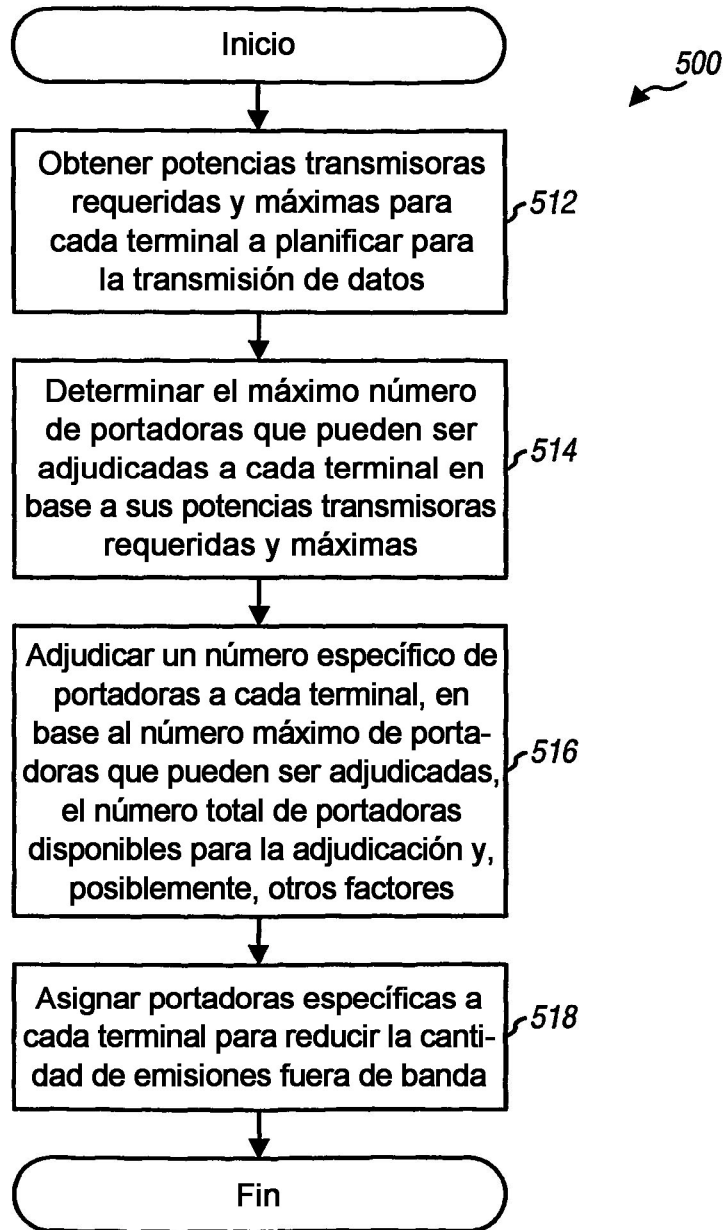


FIG. 4



**FIG. 5**

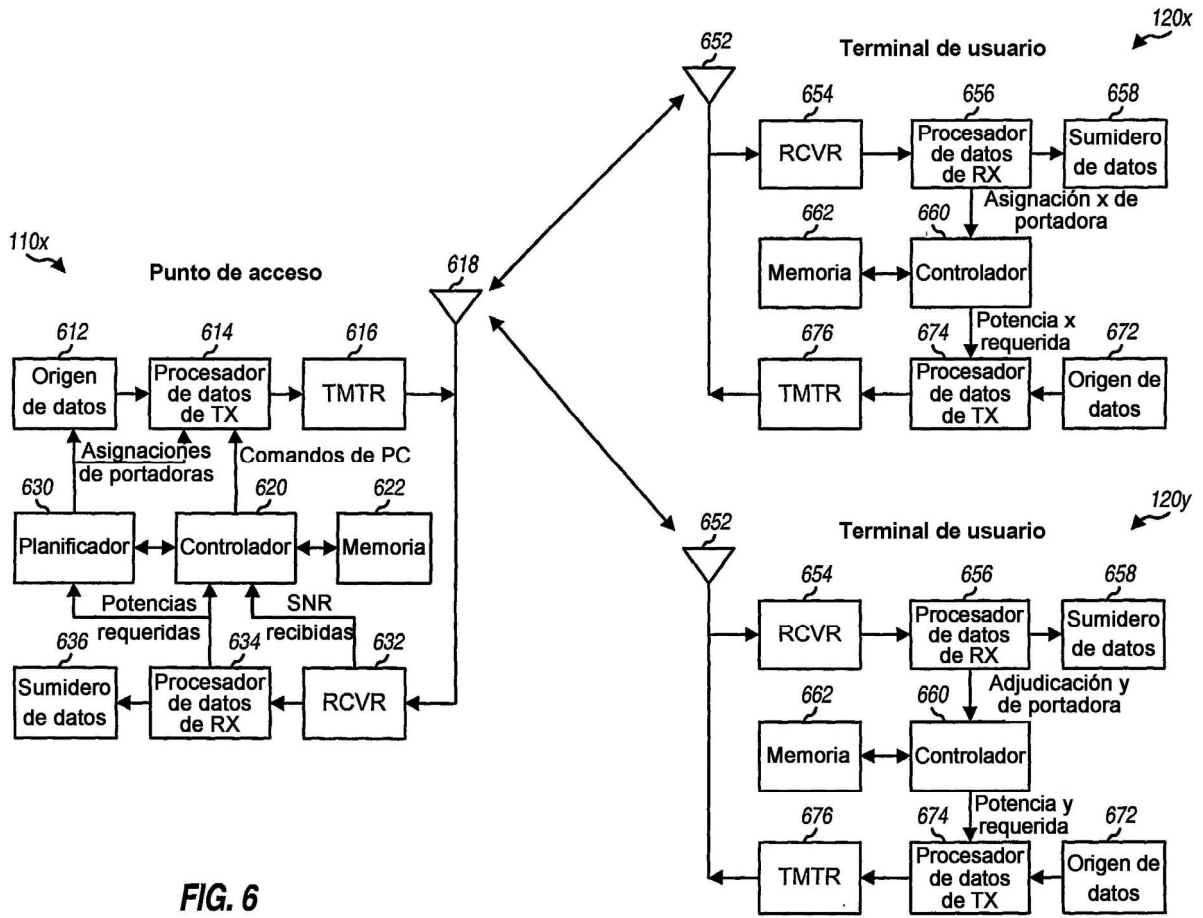


FIG. 6