

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 226**

51 Int. Cl.:
H04L 27/26 (2006.01)
H04B 7/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10173720 .3**
96 Fecha de presentación: **07.03.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247059**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2010**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el control de potencia en sistemas de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:
05.03.2004 US 550616 P
03.03.2005 US 72743

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.04.2012

73 Titular/es:
Qualcomm Incorporated
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:
Naguib, Ayman Fawzy y
Agrawal, Avneesh

74 Agente/Representante:
Fàbrega Sabaté, Xavier

ES 2 379 226 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

Sistema y procedimiento para el control de potencia en sistemas de comunicación inalámbrica

Campo

5 La presente divulgación se refiere a sistemas de comunicaciones y, entre otras cosas, a sistemas y técnicas para controlar la potencia de las señales transmitidas en un sistema de comunicación inalámbrica.

Antecedentes

10 Los sistemas modernos de comunicaciones están diseñados para permitir que múltiples usuarios accedan a un medio común de comunicaciones. Los ejemplos de técnicas de acceso múltiple que permiten el acceso multiusuario a un medio de comunicaciones incluyen el acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división de la frecuencia (FDMA), el acceso múltiple por división del espacio, el acceso múltiple por división de la polarización, el acceso múltiple por división del código (CDMA), el acceso múltiple de frecuencia ortogonal (OFDMA) y otras técnicas similares de multiacceso. El concepto de acceso múltiple es un metodología de adjudicación de canal que permite el acceso del usuario a un enlace común de comunicaciones. Las adjudicaciones de canal pueden adoptar diversas formas, según la técnica específica de multiacceso. A modo de ejemplo, en sistemas FDMA, el espectro total de frecuencias se divide en un cierto número de subbandas más pequeñas y se da a cada usuario su propia subbanda para acceder al enlace de comunicaciones. Alternativamente, en sistemas TDMA, se da a cada usuario el espectro entero de frecuencias durante ranuras temporales periódicamente recurrentes. En los sistemas CDMA, se da a cada usuario el espectro entero de frecuencias durante todo el tiempo, pero se distingue su transmisión mediante el uso de un código. En un sistema OFDMA, se asignan a múltiples usuarios una o más subbandas y una o más ranuras temporales en cada trama de transmisión o periodo de ráfaga.

25 Las señales transmitidas atraviesan un amplificador de potencia, a fin de proporcionar la potencia suficiente para la transmisión por el canal inalámbrico, antes de ser transmitidas por el aire. Un amplificador de potencia es normalmente un dispositivo no lineal que generará señales en la banda de frecuencia modulada y señales, que son ruido, fuera de la banda de frecuencia modulada. En general, en un sistema de comunicación inalámbrica, todas las transmisiones deben adaptarse a una máscara específica de emisión que limita la magnitud máxima de interferencia admisible fuera de banda que cualquier transmisor puede ocasionar. A fin de minimizar la magnitud de la interferencia fuera de banda debida a la no linealidad del amplificador de potencia, la potencia media de la señal de entrada se reduce o se "mengua" de la potencia máxima posible que el amplificador de potencia puede proporcionar. Además, o en lugar, de la mengua, la señal puede ser recortada a un nivel máximo después de la modulación, pero antes de la amplificación por parte del amplificador de potencia.

35 Dado que la potencia media consumida por el amplificador de potencia es generalmente constante durante el funcionamiento, el aumento de la mengua y/o la reducción del nivel de recorte, a fin de adaptarse a la máscara de emisión, reduce la eficiencia del amplificador de potencia, o sea, la potencia de la señal transmitida es menor que la disponible para el amplificador de potencia. Uno de los problemas asociados a no maximizar la eficiencia de un amplificador de potencia es una vida útil reducida de la batería para la potencia que se está suministrando.

40 Del documento de Suo Hietala, "OFDM Transmission diversity scheme for MMAC Systems" ["Esquema de diversidad de transmisión OFDM para Sistemas MMAC"], VTC 2000-Primavera, 51os Anales de la Conferencia de Tecnología Vehicular de 2000 de IEEE - Tokio, Japón, 15-18 de mayo de 2000, vol. 1 de 3, conf. 51, 15 de mayo de 2000 (2000-05-15), páginas 410-414, XP000970651 Nueva York, NY, EE UU, ISBN: 0-780 3-5710-1, se conoce un sistema de comunicación inalámbrica en el cual se controla la ganancia de cada subportadora en el ámbito del transmisor. La cota de la ganancia máxima se controla según el número de subportadoras en la transmisión.

Además, el documento WO 00 / 01084 se refiere al control de la potencia en un transmisor de radio multiportador. Este documento describe medios de control de potencia para variar individualmente la potencia de cada una entre una pluralidad de portadoras antes de la combinación.

45 Del documento WO 02 / 08493 5 A1 se conoce un procedimiento para determinar las ganancias individuales de frecuencia de radio para las portadoras en un transmisor multiportador de una unidad de transmisión por radio.

Por lo tanto, se desea reducir la mengua y aumentar el nivel de recorte tanto como sea posible para adaptarse a la máscara de emisión, manteniendo la eficiencia.

RESUMEN

50 La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 6.

55 En un aspecto, un transmisor para un sistema de comunicación inalámbrica comprende una antena, un modulador que modula una señal que comprende distintas frecuencias portadoras entre una pluralidad de frecuencias portadoras para al menos dos símbolos de la señal, un amplificador de potencia acoplado entre el modulador y la antena, y un procesador acoplado al amplificador de potencia. El procesador instruye al modulador para variar la potencia de la señal proporcionada por el modulador, según una relación entre las distintas frecuencias portadoras y la pluralidad de frecuencias portadoras.

60 En un aspecto adicional, un transmisor para un sistema de comunicación inalámbrica comprende una antena, un modulador que modula una pluralidad de símbolos de una señal que utiliza un grupo de frecuencias portadoras de una gama de frecuencias, un amplificador de potencia acoplado a la antena, un procesador no lineal acoplado entre el amplificador de potencia y el modulador, y un procesador que instruye al procesador no lineal para variar una reducción del nivel de potencia de la señal sobre la base de las ubicaciones del grupo de frecuencias dentro de la gama de frecuencias.

En otro aspecto, un procedimiento de variación de un nivel de potencia de un dispositivo de comunicación inalámbrica comprende determinar una secuencia de frecuencias a transmitir, determinar una ubicación de al menos algunas frecuencias a transmitir dentro de una banda de frecuencia, y variar una potencia de señal proporcionada a un amplificador de potencia sobre la base de la ubicación de al menos algunas de dichas frecuencias.

- 5 Se entiende que otros aspectos de la presente invención deberán inmediatamente evidentes para aquellos versados en la tecnología, a partir de la siguiente descripción detallada, en la cual se muestran y describen sólo realizaciones ejemplares de la invención, simplemente a modo de ilustración. En consecuencia, los dibujos y la descripción han de considerarse como de naturaleza ilustrativa, y no restrictiva.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 10 Las características, naturaleza y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación, cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los cuales los caracteres de referencia identifican análogamente en su totalidad y en los cuales:

La FIG. 1 ilustra un diagrama en bloques de una realización de un sistema transmisor y un sistema receptor en un sistema MIMO;

- 15 La FIG. 2 ilustra un diagrama en bloques de una realización de un transmisor que proporciona control de mengua y/o recorte sobre la base de la frecuencia;

Las FIGS. 3A a 3C ilustran diagramas espectrales de señales dentro de una máscara de emisión utilizando realizaciones de la reducción de potencia sobre la base de las ubicaciones individuales de frecuencias;

La FIG. 4 muestra un diagrama de flujo que ilustra una realización de un algoritmo de control de mengua y/o recorte;

- 20 La FIG. 5 muestra un diagrama de flujo que ilustra otra realización de un algoritmo de control de mengua y/o recorte;

La FIG. 6 ilustra un diagrama en bloques de la aplicación de un control de mengua y/o recorte, sobre la base de la ubicación de regiones de salto en un periodo de salto, según una realización;

La FIG. 7 muestra un diagrama de flujo que ilustra una realización adicional de un algoritmo de control de mengua y/o recorte;

- 25 La FIG. 8 ilustra un diagrama espectral de señales dentro de una máscara de emisión utilizando realizaciones de la reducción de potencia sobre la base del ancho de banda de la señal; y

La FIG. 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra una realización adicional de un algoritmo de control de mengua y/o recorte.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 30 La descripción detallada expuesta a continuación con respecto a los dibujos adjuntos está concebida como una descripción de realizaciones ejemplares, y no está concebida para representar las únicas realizaciones en las cuales puede ponerse en práctica la presente invención. El término "ejemplar" utilizado en toda esta descripción significa "que sirve como un ejemplo, instancia, o ilustración" y no necesariamente debería ser interpretado como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la presente invención. Sin embargo, será evidente para aquellos versados en la tecnología que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en diagramas en bloques, a fin de evitar oscurecer los conceptos de la presente invención.

- 40 Los sistemas de comunicación multicanal incluyen los sistemas de comunicación de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO), los sistemas de comunicación de multiplexado ortogonal por división de frecuencia (OFDM), los sistemas MIMO que emplean OFDM (o sea, sistemas MIMO-OFDM) y otros tipos de transmisiones. Para mayor claridad, diversos aspectos y realizaciones se describen específicamente para un sistema MIMO:

- 45 Un sistema MIMO emplea múltiples (N_T) antenas transmisoras y múltiples (N_R) antenas receptoras para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por las N_T antenas transmisoras y las N_R antenas receptoras puede descomponerse en N_S canales independientes, donde $N_S \leq \min(N_T, N_R)$. Cada uno de los N_S canales independientes puede considerarse un subcanal especial (o canal de transmisión) del canal MIMO. El número de subcanales espaciales está determinado por el número de antenas para el canal MIMO, el cual, a su vez, depende de una matriz de respuesta de canal, \mathbf{H} , que describe la respuesta entre las N_T antenas transmisoras y las N_R antenas receptoras. Los elementos de la matriz de respuesta de canal, \mathbf{H} , se componen de variables aleatorias Gaussianas independientes $\{h_{ij}\}$, para $i = 1, 2, \dots, N_T$, y $j = 1, 2, \dots, N_R$, donde h_{ij} es el acoplamiento (o sea, la ganancia compleja) entre la j -ésima antena transmisora y la i -ésima antena receptora. Para simplificar, se supone que la matriz de respuesta de canal, \mathbf{H} , es de rango completo (es decir, $N_S = N_T \leq N_R$), y que puede transmitirse un flujo de datos independientes desde cada una de las N_T antenas transmisoras.

- 55 La FIG. 1 es un diagrama en bloques de un ejemplo de un sistema transmisor 110 y un sistema receptor 150 en un sistema MIMO 100. En el sistema transmisor 110, se suministran datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos, desde una fuente 112 de datos a un procesador 114 de datos transmitidos (TX). En un ejemplo, cada flujo de datos se transmite por una respectiva antena transmisora. El procesador 114 de datos TX da formato, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos, sobre la base de un esquema de codificación específico seleccionado para ese flujo de datos, a fin de suministrar datos codificados.

Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse con datos piloto utilizando, por ejemplo, el multiplexado por división del tiempo (TDM) o bien el multiplexado por división del código (CDM). Los datos piloto son, típicamente, un patrón de datos conocido que se procesa de una forma conocida (si acaso), y que puede emplearse en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. Los datos piloto y los codificados, multiplexados para cada flujo de datos, se modulan entonces (es decir, se asocian con símbolos) sobre la base de un esquema de modulación específico (p. ej., BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para ese flujo de datos, a fin de proporcionar símbolos de modulación. La velocidad, la codificación y la modulación de los datos, para cada flujo de datos, puede determinarse por controles proporcionados por un procesador 130.

Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se suministran luego a un procesador 120 MIMO TX, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (p. ej., para OFDM). El procesador 120 MIMO TX suministra entonces N_T flujos de símbolos de modulación a N_T transmisores (TMTR) 122a a 122t. Cada transmisor 122 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos para proporcionar una o más señales analógicas, y condiciona adicionalmente (p. ej., amplifica, filtra y subconvierte) las señales analógicas a fin de suministrar una señal modulada adecuada para la transmisión por el canal MIMO. N_T señales moduladas se transmiten entonces desde los transmisores 122a a 122t, por las N_T antenas 124a a 124t, respectivamente.

En el sistema receptor 150, las señales moduladas transmitidas son recibidas por las N_T antenas 152a a 152r, y la señal recibida desde cada antena 152 se suministra a un respectivo receptor (RCVR) 154. Cada receptor 154 acondiciona (p. ej., amplifica y subconvierte) una respectiva señal recibida, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras, y procesa adicionalmente las muestras a fin de suministrar un correspondiente flujo de símbolos "recibidos".

Un procesador 160 MIMO de datos recibidos (RX) recibe y procesa entonces los N_R flujos de símbolos recibidos desde los N_R receptores 154, sobre la base de una técnica específica de procesamiento de receptor, para suministrar N_T flujos de símbolos "detectados". El procesamiento por parte del procesador 160 MIMO de datos RX se describe en mayor detalle más adelante. Cada flujo de símbolos detectados incluye símbolos que son estimaciones de los símbolos de modulación transmitidos para el correspondiente flujo de datos. El procesador 160 MIMO de datos RX demodula, desintercala y descodifica luego cada flujo de símbolos detectados, a fin de recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento por el procesador 160 MIMO de datos RX es complementario del realizado por el procesador 120 MIMO TX y el procesador 114 de datos TX en el sistema transmisor 110.

El procesador 160 MIMO RX puede derivar una estimación de la respuesta de canal entre las N_T antenas transmisoras y las N_R antenas receptoras, p. ej., sobre la base de los datos piloto multiplexados con los datos de tráfico. La estimación de la respuesta de canal puede utilizarse para llevar a cabo el procesamiento espacial, o espacial / temporal, en el receptor. El procesador 160 MIMO RX puede estimar adicionalmente las tasas entre señal y ruido e interferencia (SNR) de los flujos de símbolos detectados, y posiblemente otras características del canal, y proporciona estas magnitudes a un procesador 170. El procesador 160 MIMO de datos RX, o el procesador 170, puede derivar adicionalmente una estimación de la SNR "operativa" para el sistema, que es una indicación de las condiciones del enlace de comunicación. El procesador 170 proporciona luego información de estado de canal (CSI), que puede comprender diversos tipos de información con respecto al enlace de comunicación y/o al flujo de datos recibidos. Por ejemplo, la CSI puede comprender sólo la SNR operativa. La CSI es procesada luego por un procesador 178 de datos TX, modulada por un modulador 180, acondicionada por los transmisores 154a a 154r, y transmitida de nuevo al sistema transmisor 110.

En el sistema transmisor 110, las señales demoduladas del sistema receptor 150 son recibidas por las antenas 124, acondicionadas por los receptores 122, demoduladas por un demodulador 140 y procesadas por un procesador 142 de datos RX para recuperar la CSI informada por el sistema receptor. La CSI informada se suministra luego al procesador 130 y se utiliza para (1) determinar las velocidades de datos y los esquemas de codificación y modulación a emplear para los flujos de datos y (2) generar diversos controles para el procesador 114 de datos TX y el procesador 120 MIMO TX.

Los procesadores 130 y 170, respectivamente, dirigen la operación en los sistemas transmisores y receptores. Las memorias 132 y 172 proporcionan almacenamiento para los códigos y datos de programa utilizados por los procesadores 130 y 170, respectivamente.

El modelo para el sistema MIMO OFDM puede expresarse como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \quad \text{Ec. (1)}$$

donde \mathbf{y} es el vector recibido, es decir, $\mathbf{y} = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_{NR}]^T$, donde $\{y_i\}$ es la entrada recibida en la i -ésima antena receptora e $i \in \{1, \dots, N_R\}$;

\mathbf{x} es el vector transmitido, es decir, $\mathbf{x} = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_{NT}]^T$, donde $\{x_j\}$ es la entrada transmitida desde la j -ésima antena transmisora y $j \in \{1, \dots, N_T\}$;

\mathbf{H} es la matriz de respuesta de canal para el canal MIMO;

\mathbf{n} es el ruido Gaussiano blanco aditivo (RGA) con un vector medio de $\mathbf{0}$ y una matriz de covarianza de $\Delta_n = \sigma^2 \mathbf{I}$, donde $\mathbf{0}$ es un vector de ceros, \mathbf{I} es la matriz identidad, con unos a lo largo de la diagonal y ceros en el resto, y σ^2 es la varianza del ruido; y

$[\cdot]^T$ denota la traspuesta de $[\cdot]$.

Debido a la dispersión en el entorno de propagación, los N_T flujos de símbolos transmitidos desde las N_T antenas transmisoras interfieren entre sí en el receptor. En particular, un flujo de símbolos dado, transmitido desde una antena transmisora, puede ser recibido por todas las N_R antenas receptoras con distintas amplitudes y fases. Cada

señal recibida puede incluir luego un componente de cada uno de los N_T flujos de símbolos transmitidos. Las N_R señales recibidas incluirían colectivamente todos los N_T flujos de símbolos transmitidos. Sin embargo, estos N_T flujos de símbolos están dispersos entre las N_R señales recibidas.

5 En el receptor, pueden emplearse diversas técnicas de procesamiento para procesar las N_R señales recibidas, a fin de detectar los N_T flujos de símbolos transmitidos. Estas técnicas de procesamiento del receptor pueden agruparse en dos categorías primarias:

- técnicas de procesamiento de receptor espaciales y espaciales-temporales (que también se denominan técnicas de ecualización), y
- 10 • la técnica de procesamiento de receptor de “anulación / ecualización sucesiva y cancelación de interferencia” (que también se denomina técnica de procesamiento de receptor de “cancelación sucesiva de interferencia” o de “cancelación sucesiva”).

15 La FIG. 2 es un diagrama en bloques de una porción de una unidad transmisora 200, que puede ser un ejemplo de la porción transmisora de un sistema transmisor, p. ej., tal como el sistema transmisor 110 en la FIG. 1. En un ejemplo, pueden emplearse una velocidad de datos y un esquema de modulación distintos para cada uno de los N_T flujos de datos a transmitir por las N_T antenas transmisoras (es decir, codificación y modulación distinta para cada antena). Las velocidades de datos y los esquemas de codificación y modulación específicos a utilizar para cada antena transmisora pueden determinarse sobre la base de los controles proporcionados por el procesador 130, y las velocidades de datos pueden determinarse según lo anteriormente descrito.

20 La unidad transmisora 200 incluye, en un ejemplo, un procesador 202 de datos transmitidos que recibe, codifica y modula cada flujo de datos según un esquema de codificación y modulación distinto, a fin de proporcionar símbolos de modulación, y el procesador 202 de datos de Transmisión MIMO y el procesador 204 de datos de transmisión son un ejemplo del procesador 114 de datos transmitidos y del procesador 120 de transmisión MIMO, respectivamente, de la FIG. 1.

25 En un ejemplo, según se muestra en la FIG. 2, el procesador 202 de datos transmitidos incluye el demultiplexador 210, los N_T codificadores 212a a 212t, los N_T intercaladores 214a a 214t de canal, y los N_T elementos 216a a 216t de correspondencia de símbolos (es decir, un conjunto de codificador, intercalador de canal y elemento de correspondencia de símbolos para cada antena transmisora). El demultiplexador 210 demultiplexa los datos (es decir, los bits de información) en N_T flujos de datos para las N_T antenas transmisoras, para su empleo en la transmisión de datos. Los N_T flujos de datos pueden asociarse a distintas velocidades de datos, según lo determinado por la funcionalidad del control de velocidad, que, en un ejemplo, puede estar proporcionada por el procesador 130 o 170 (FIG. 1). Cada flujo de datos se suministra a un respectivo codificador 212a a 212t.

35 Cada codificador 212a a 212t recibe y codifica un respectivo flujo de datos, sobre la base del esquema de codificación específico seleccionado para ese flujo de datos a fin de proporcionar bits codificados. En un ejemplo, la codificación puede utilizarse para aumentar la fiabilidad de la transmisión de datos. El esquema de codificación puede incluir, en un ejemplo, cualquier combinación de codificación de comprobación de redundancia cíclica (CRC), codificación convolutiva, codificación Turbo, codificación en bloque, o similares. Los bits codificados de cada codificador 212a a 212t se suministran luego a un respectivo intercalador 214a a 214t de canal, que intercala los bits codificados sobre la base de un esquema de intercalación específico. La intercalación proporciona diversidad temporal para los bits codificados, permite que los datos se transmitan basándose en una SNR media para los canales de transmisión utilizados para el flujo de datos, combate el desvanecimiento y elimina adicionalmente la correlación entre los bits codificados empleados para formar cada símbolo de modulación.

40 Los bits codificados e intercalados de cada intercalador 214a a 214t de canal se suministran a un respectivo bloque 222a a 222t de correspondencia de símbolos, que transforma estos bits para formar símbolos de modulación. El esquema de modulación es específico a ser implementado por cada bloque 222a a 222t de correspondencia de símbolos está determinado por el control de modulación proporcionado por el procesador 130. Cada bloque 222a a 222t de correspondencia de símbolos agrupa conjuntos de q_j bits codificados e intercalados a fin de formar símbolos no binarios, y transforma adicionalmente cada símbolo no binario en un punto específico en una constelación de señales correspondientes al esquema de modulación seleccionado (p. ej., QPSK, M-PSK, M-QAM, o algún otro esquema de modulación). Cada punto de señal transformado corresponde a un símbolo de modulación M_j -ario, donde M_j corresponde al esquema de modulación específico seleccionado para la j -ésima antena transmisora, y $M_j = 2^{q_j}$. Los bloques 222a a 222t de correspondencia de símbolos proporcionan entonces N_T flujos de símbolos de modulación.

55 En el ejemplo específico ilustrado en la FIG. 2, el procesador transmisor 204 MIMO incluye un modulador 224 y bloques 226a a 226t de transformadas inversas de Fourier (IFFT). El modulador 224 modula las muestras para formar los símbolos de modulación para los N_T flujos en las subbandas y antenas transmisoras adecuadas. Además, el modulador 224 suministra cada uno de los N_T flujos de símbolos a un nivel de potencia prescrito. En una realización, el modulador 224 puede modular símbolos según una secuencia de salto controlada por un procesador, p. ej., el procesador 130 o 170. En tal ejemplo, las frecuencias con las cuales se modulan los N_T flujos de símbolos pueden variar para cada grupo o bloque de símbolos, trama, o porción de una trama de un ciclo de transmisión.

60 Cada bloque IFFT 226a a 226t, junto con un generador de prefijos cíclicos asociado (no mostrado), puede comprender un modulador OFDM. Cada bloque IFFT 226a a 226t recibe un respectivo flujo de símbolos de modulación desde el modulador 224. Cada bloque IFFT 226a a 226t agrupa conjuntos de N_F símbolos de modulación para formar los correspondientes vectores de símbolos de modulación, y convierte cada vector de símbolos de modulación en su representación del dominio temporal (que se denomina un símbolo OFDM) utilizando la transformada rápida inversa de Fourier. El elemento IFFT 222 puede diseñarse para llevar a cabo la transformada inversa sobre cualquier número de subcanales de frecuencia (p. ej., 8, 16, 32, ..., N_F).

Cada representación en el dominio temporal del vector de símbolos de modulación generado por los bloques IFFT 226a a 226t se proporciona a los bloques 228a a 228t de procesamiento no lineal. En un ejemplo, los bloques 228a a 228t de procesamiento no lineal recortan la amplitud alta, es decir, aquella que daría como resultado una potencia de transmisión mayor que un nivel predeterminado, de cada representación en el dominio temporal de las señales vectoriales de símbolos de modulación en el símbolo. La señal recortada de los bloques 228a a 228t de procesamiento no lineal se suministra luego a los filtros 230a a 230t de paso bajo, que están diseñados para eliminar los componentes fuera de banda de la señal recortada, que resultan del recorte de la representación en el dominio temporal de las señales vectoriales de símbolos de modulación. Esto se lleva a cabo a fin de reducir, en un ejemplo, la interferencia fuera de banda generada por un amplificador 232a a 232t de potencia, a través del cual pasan las representaciones en el dominio temporal de las señales vectoriales de símbolos de modulación. Los amplificadores 232a a 232t de potencia amplifican las señales para proporcionar los niveles adecuados de potencia para la transmisión.

Dado que los amplificadores 232a a 232t de potencia son dispositivos no lineales, las señales proporcionadas por ellos incluirán componentes fuera de banda. Estos componentes, de manera muy similar a la de aquellos generados debido al recorte por parte de los bloques 228a a 228t de procesamiento no lineal, pueden causar interferencia a las transmisiones de otros dispositivos o transmisores vecinos que utilizan bandas de frecuencia adyacentes. Además, la máscara de emisión incluye límites específicos para la potencia fuera de banda que genera un dispositivo inalámbrico. Por lo tanto, hay una necesidad de proporcionar recorte y/o mengua para la potencia máxima a la cual el modulador puede emitir señales, lo que reducirá las emisiones fuera de banda. Sin embargo, tanto la funcionalidad de mengua como la de recorte reducen la potencia de las señales suministradas a los amplificadores 232a a 232t de potencia, lo que reduce su eficiencia, dado que están sesgadas en un punto que permite una amplificación esencialmente lineal a mayores niveles de potencia que los proporcionados a los amplificadores 232a a 232t de potencia, debido a la mengua y/o al recorte.

Así pues, en un ejemplo, un procesador, p. ej., el procesador 130 o 170, varía el nivel en el cual recortan los bloques 228a a 228t de procesamiento no lineal, y/o la magnitud de la mengua por las señales moduladoras, sobre la base de una ubicación de las frecuencias, que está siendo generada por el modulador 224, para su transmisión por la antena específica 208a a 208t, con la cual están acoplados los amplificadores asociados 232a a 232t de potencia. De esta manera, la eficiencia del amplificador de potencia se maximiza allí donde es posible, mientras que, a la vez, se mantiene la máscara de emisión según lo requerido.

En ciertos ejemplos, los amplificadores 232a a 232t de potencia pueden ser amplificadores de Clase A, de Clase AB, de Clase B y de Clase C. Pueden utilizarse amplificadores de Clase A debido, por lo general, a que proporcionan un mayor grado de linealidad. Sin embargo, los amplificadores de Clase A también son, generalmente, menos eficientes que los otros tipos de amplificadores lineales. También pueden utilizarse otros tipos de amplificadores de potencia.

Con referencia a la FIG. 3A, se ilustra un diagrama espectral de señales dentro de una máscara de emisión utilizando ejemplos de reducción de potencia basados en ubicaciones individuales de frecuencia. La máscara 300 de emisión incluye los niveles 302 de potencia de región límite, asociados a la frecuencia mínima F_{min} , y los 304, asociados a la frecuencia máxima F_{max} , donde F_{min} y F_{max} definen la banda de frecuencia asociada al protocolo, o protocolos, de comunicación, mediante cuya utilización funciona un transmisor, tal como el transmisor 200.

Durante un símbolo, o una porción de un símbolo, la señal 312 se transmite utilizando la frecuencia F_1 , la señal 310 se transmite utilizando la frecuencia F_2 y la señal 308 se transmite utilizando la frecuencia F_3 , desde una antena, p. ej., la antena 208a. Durante el símbolo, o la porción de un símbolo, ilustrado en la FIG. 3A, dado que cada una de las frecuencias F_1 , F_2 y F_3 están cerca de, o en el centro, de la banda entre las frecuencias F_{min} y F_{max} , se necesita poco o ningún recorte y/o mengua. Esto puede verse en cuanto a que el nivel 314 de potencia de las señales 308, 310 y 312 está cerca de un nivel máximo 306 de potencia para las señales dentro de la banda permitidas por la máscara 300 de emisión. De esta manera, cuando las señales se transmiten utilizando frecuencias en, o cerca de, el centro de la gama de frecuencias, el amplificador de potencia asociado a la antena que transmite el símbolo, o una porción del símbolo, se utiliza con una eficiencia cercana a la máxima.

Con referencia a la FIG. 3B, otro símbolo, o porción de símbolo, incluye la señal 320, transmitida utilizando la frecuencia F_6 , la señal 322, transmitida utilizando la frecuencia F_5 , y la señal 324, transmitida utilizando la frecuencia F_4 , desde una antena, p. ej., la antena 208a. Durante esta trama, la frecuencia F_6 está cerca de una frecuencia máxima F_{max} de la banda de frecuencia y, por lo tanto, cerca de la región límite 304 de la máscara 300 de emisión. Por lo tanto, el nivel máximo 326 de potencia de la señal 320 y, por lo tanto, de las señales 322 y 324, se reduce de forma que no supere el nivel de potencia de la región límite 304 de la máscara 300 de emisión. La reducción puede proporcionarse por recorte y/o mengua. Durante la trama de transmisión de la FIG. 3B, la potencia de la señal fuera de banda se mantiene dentro de la máscara de emisión y, por lo tanto, la interferencia fuera de banda está dentro de parámetros aceptables.

Con referencia a la FIG. 3C, otro símbolo, o porción de un símbolo, incluye la señal 330 transmitida utilizando la frecuencia F_9 , la señal 332 transmitida utilizando la frecuencia F_8 y la señal 334 transmitida utilizando la frecuencia F_7 , desde una antena, p. ej., la antena 208a. Durante esta trama, la frecuencia F_7 está cerca de una frecuencia mínima F_{min} de la banda de frecuencia y, por lo tanto, cerca de la región límite 304 de la máscara 300 de emisión. Por lo tanto, el nivel máximo 336 de potencia de la señal 334 y, por lo tanto, de las señales 330 y 332, se reduce de forma que no supere el nivel de potencia de la región límite 302 de la máscara 300 de emisión. La reducción puede proporcionarse por recorte y/o mengua. Durante esta trama de transmisión, la potencia de la señal fuera de banda se mantiene dentro de la máscara de emisión y, por lo tanto, la interferencia fuera de banda está dentro de parámetros aceptables.

Puede verse de las FIGs. 3B y 3C que el nivel 336 de potencia es mayor que el nivel 326 de potencia. Esto es porque es posible, en esta realización, variar el nivel de recorte y/o la mengua sobre la base de la proximidad de una o más señales a F_{min} o a F_{max} . Por ejemplo, como F_7 está más lejos de F_{min} que F_6 lo está de F_{max} , el nivel de recorte

y/o mengua a decuado puede ser menor para la señal 334 que para la señal 320. Así pues, la eficiencia del amplificador de potencia se mantiene tan cercano al nivel óptimo como sea posible, sobre la base de las ubicaciones de las frecuencias a transmitir por la antena para el símbolo de transmisión, porción de un símbolo, grupo de símbolos, trama o porciones de una trama específicos. Así pues, la potencia emitida desde cada antena para cada símbolo, porción de un símbolo, grupo de símbolos, trama o porciones de una trama puede controlarse independientemente, optimizando así simultáneamente la eficiencia y manteniendo la interferencia fuera de banda para cada símbolo, porción de un símbolo, grupo de símbolos, trama o porciones de trama.

Si bien las FIGS. 3A-3C muestran tres señales en tres frecuencias utilizadas para la transmisión desde una única antena, el número de símbolos, o porciones de un símbolo, utilizados para el control de mengua y/o de recorte puede variar según la longitud del símbolo y/o la longitud de la trama de transmisión.

Con referencia a la FIG. 4, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un algoritmo de control de mengua y recorte según una realización. Una secuencia de frecuencias para las señales a transmitir desde una antena dada se determina en el bloque 400. Esta secuencia puede ser para un símbolo, una porción de un símbolo, un grupo de símbolos, una trama o una porción de una trama. Tal información puede ser accesible para un procesador que opera el dispositivo de comunicación inalámbrica. La frecuencia o frecuencias de la secuencia que está(n) más cerca de los límites de la banda de frecuencia se determina(n) luego en el bloque 402. La proximidad puede ser, por ejemplo, (i) la frecuencia más cercana bien a la frecuencia mínima o bien a la frecuencia máxima; (ii) la frecuencia más cercana a la frecuencia mínima y la frecuencia más cercana a la frecuencia máxima; (iii) las frecuencias que están dentro de una distancia fija bien a la frecuencia mínima, bien a la frecuencia máxima, o a ambas.

La potencia de salida de las señales proporcionadas al amplificador de potencia asociado a la antena se reducen luego sobre la base de la proximidad de las frecuencias de la secuencia a los bordes, es decir, las frecuencias mínima y máxima de la banda de frecuencia en la cual el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de operar, en el bloque 404. La reducción, que puede proporcionarse por recorte y/o mengua, de la potencia, se lleva a cabo para mantener una potencia máxima de las señales moduladas utilizando la frecuencia más cercana a los límites de la máscara de emisión, para que esté dentro de la interferencia fuera de banda de la máscara de emisión.

Con referencia a la FIG. 5, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un algoritmo de control de mengua y de recorte según una realización. Una secuencia de frecuencias, mediante cuya utilización han de transmitirse las señales desde una antena dada, se determina en el bloque 500. Esta secuencia puede ser para un símbolo, una porción de un símbolo, un grupo de símbolos, una trama o una porción de una trama. Tal información puede ser accesible para un procesador que opera el dispositivo de comunicación inalámbrica. La distancia media de las frecuencias de la secuencia a los límites de la banda de frecuencia se determina luego en el bloque 502. La potencia de salida de las señales proporcionadas al amplificador de potencia asociado a la antena se reduce luego sobre la base de esta distancia media, es decir, el promedio de la distancia de cada frecuencia a las frecuencias mínimas y/o máximas de la banda de frecuencia en la cual el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de funcionar, en el bloque 504. Es decir, cuando menor sea el promedio, mayor es el nivel de mengua y/o menor el nivel de recorte que se utiliza. El empleo de un promedio puede ser beneficioso; dado que cada frecuencia, independientemente de la ubicación dentro de la banda de frecuencia, puede tener componentes que están fuera de banda y, por lo tanto, la utilización de un valor promedio proporciona entrada desde cada componente de interferencia fuera de banda de la señal a transmitir.

Debería observarse que el esquema anterior también puede aplicarse a un sistema de frecuencia única donde ocurre el salto de frecuencia. En tal realización, la ubicación de la frecuencia de transmisión única se determina con respecto a los límites de la banda de frecuencia, y el recorte, y/o la mengua, se proporciona correspondientemente según lo aquí descrito.

Con referencia a la Fig. 6, se ilustra un diagrama en bloques de la aplicación de un control de mengua y/o de recorte sobre la base de la ubicación de la región de salto en un periodo de salto, según un ejemplo. La región 600 de salto comprende un pluralidad de periodos 602 de símbolo que son capaces de contener símbolos que se modulan según una frecuencia portadora específica en una gama contigua de frecuencias portadoras, y dentro de un grupo contiguo de periodos de símbolos. La región 600 de salto se asigna a una porción parcial del periodo 604 de salto, que es un grupo contiguo más grande de frecuencias y periodos de símbolos, que comprenden una transmisión en ráfaga o una trama disponible para su transmisión por parte del transmisor.

Cualquier símbolo transmitido dentro de la región 600 de salto puede tener una frecuencia portadora máxima M , que está a una distancia Δ_1 de la mínima frecuencia portadora S de la banda de frecuencia, y una frecuencia portadora mínima i que está a una distancia Δ_2 de la frecuencia portadora máxima 1 de la banda de frecuencia. Por lo tanto, en una realización el nivel de mengua y/o de recorte puede determinarse sobre la base de Δ_1 y Δ_2 , o, posiblemente, en algunos casos, sobre Δ_1 o Δ_2 . Este enfoque requeriría menos cambios en los niveles de salida de potencia del modulador, y/o cambios del nivel de recorte, que la alteración de uno de ellos, o ambos, sobre la base de las frecuencias portadoras individuales de las señales individuales que comprenden los símbolos o muestras.

Además, en algunas realizaciones, el enfoque de la FIG. 6 puede combinarse con el de las FIGS. 3A-3C, estableciendo las magnitudes máximas y/o mínimas de recorte y/o de mengua, sobre la base de la región de salto, y variando luego las magnitudes de recorte o mengua para las frecuencias portadoras individuales dentro de la gama establecida por las magnitudes máximas y/o mínimas de recorte o mengua, en aquellos casos en que las regiones de salto se utilizan como el plan de saltos.

Con referencia a la FIG. 7, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un algoritmo de control de mengua y de recorte según un ejemplo. Una ubicación de una región de salto dentro de un periodo de salto se determina en el bloque 700. Tal información puede ser accesible para un procesador que opera el dispositivo de comunicación inalámbrica. La proximidad de la frecuencia máxima de la región de salto y la máxima frecuencia adjudicada al transmisor, o bien la frecuencia máxima del periodo de salto de la región de salto, y la frecuencia máxima adjudicada

al transmisor, o bien la frecuencia mínima del periodo de salto de la región de salto, y la frecuencia mínima adjudicada al transmisor, o la frecuencia máxima del periodo de salto de la región de salto y la frecuencia máxima adjudicada al transmisor o el periodo de salto se determinan en el bloque 702. La potencia de salida de las señales suministradas al amplificador de potencia asociado a la antena se reduce luego sobre la base de una cualquiera, o ambas, de estas determinaciones de proximidad, para todos los símbolos transmitidos en la región de salto, en el bloque 704. La reducción de potencia se lleva a cabo para mantener una potencia máxima de las señales moduladas utilizando la frecuencia más cercana a los límites de la máscara de emisión, para que esté dentro de la interferencia fuera de banda permitida de la máscara de emisión.

Con referencia a la FIG. 8, se ilustra un diagrama espectral de señales dentro de una máscara de emisión utilizando ejemplos de la reducción de potencia sobre la base del ancho de banda de la señal. La máscara de emisión incluye los niveles 802 de potencia de la región límite, asociados a la frecuencia mínima F_{min} , y los 804, asociados a la frecuencia máxima F_{max} , donde F_{min} y F_{max} definen la banda de frecuencia asociada al protocolo o protocolos de comunicación, mediante cuyo empleo funciona un transmisor, tal como el transmisor 200. Durante un símbolo, o una porción de un símbolo, la señal 808 se transmite utilizando la frecuencia F_1 , la señal 810 se transmite utilizando la frecuencia F_2 y la señal 812 se transmite utilizando la frecuencia F_3 desde una antena, p. ej., la antena 808a. La distancia entre las frecuencias F_1 , la frecuencia mínima de las señales transmitidas, y F_3 , la frecuencia máxima de las señales transmitidas, es el ancho B de banda de las señales transmitidas. El nivel de recorte y/o mengua pueden basarse en el ancho de banda. Por ejemplo, cuanto mayor sea el ancho B de banda, mayor el nivel de recorte y/o mengua. Este enfoque requeriría menos cambios en los niveles de salida de potencia del modulador, y/o cambios del nivel de recorte, que la alteración de cualquiera de ellos, o ambos, sobre la base de las frecuencias portadoras individuales de las señales individuales que comprenden los símbolos o muestras.

Además, en algunos ejemplos, el enfoque de la FIG. 8 puede combinarse con el de las FIGS. 3A-3C, estableciendo las magnitudes máximas y/o mínimas de recorte o mengua, sobre la base del ancho B de banda, y variando luego las magnitudes de recorte o mengua para las frecuencias portadoras individuales dentro de la gama establecida por las magnitudes máximas y/o mínimas de recorte o mengua, sobre la base del ancho B de banda.

Con referencia a la FIG. 9, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo adicional de un algoritmo de control de mengua y/o de recorte. Una secuencia de frecuencias, mediante cuya utilización han de transmitirse señales desde una antena dada, se determina en el bloque 900. Tal información puede ser accesible para un procesador que opera el dispositivo de comunicación inalámbrica. El ancho de banda de las frecuencias de las señales a transmitir se determina entonces en el bloque 902. La potencia de salida de las señales proporcionadas al amplificador de potencia asociado a la antena se reduce luego sobre la base del ancho de banda, en el bloque 904. La reducción en la potencia se lleva a cabo para mantener una potencia máxima de las señales moduladas utilizando la frecuencia más cercana a los límites de la máscara de emisión, para que esté dentro de la interferencia permitida fuera de banda de la máscara de emisión.

Aquellos versados en la tecnología apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y algoritmos ilustrativos, de escritos con relación a las realizaciones aquí divulgadas pueden implementarse como hardware electrónico, software de ordenador, o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad del hardware y el software, se han descrito anteriormente de diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y algoritmos ilustrativos, generalmente en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación específica y de las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema general. Los artesanos versados pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación específica, pero tales decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de un alejamiento del ámbito de la presente invención.

Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos, descritos con relación a las realizaciones aquí divulgadas pueden implementarse, o llevarse a cabo, con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC), una formación de componentes programables en el terreno (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, con puerta discreta o lógica de transistores, componentes discretos de hardware, o cualquier combinación de los mismos, diseñada para llevar a cabo las funciones aquí descritas. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero, alternativamente, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, microprocesador o máquina de estados. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos de cálculo, p. ej., una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores conjuntamente con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración similar.

Los procedimientos o algoritmos descritos con relación a las realizaciones aquí divulgadas pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria de acceso aleatorio RAM, una memoria flash, una memoria de sólo lectura ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, registros, un disco rígido, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la tecnología. Un medio de almacenamiento ejemplar se acopla al procesador, de forma tal que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Alternativamente, el medio de almacenamiento puede estar integrado al procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Alternativamente, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

REIVINDICACIONES

1. Un método para variar un nivel de potencia de una señal proporcionada a un amplificador de potencia (232) de un transmisor (200) de un dispositivo de comunicación inalámbrica, que comprende:
 - determinar una frecuencia para transmitir dicha señal desde una antena;
- 5 determinar una frecuencia mínima y máxima de una banda de frecuencia en la que el dispositivo de comunicación inalámbrica debe operar;
- determinar una máscara de emisión que incluye un primer nivel de potencia máximo al que la antena transmite una señal a la frecuencia mínima y un segundo nivel de potencia máximo al que la antena transmite una señal a la máxima frecuencia; y
- 10 reducir dicho nivel de potencia de dicha señal proporcionada a dicho amplificador de potencia (232) acoplado a la antena en función de la proximidad de la frecuencia de la señal a al menos una de las frecuencias mínima o máxima.
2. El método de la reivindicación 1, en el que dicho nivel de potencia de dicha señal transmitida por la antena se limita al primer o segundo nivel de potencia máximo, en función de la proximidad de la frecuencia de la señal a al menos una de las frecuencias mínima o máxima.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
 - determinar una cantidad media de distancia entre frecuencias de señales transmitidas por la antena y las frecuencias mínima y máxima; y
 - reducir dicho nivel de potencia de dicha señal en función de la cantidad media de distancia.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en el que reducir dicho nivel de potencia de dicha señal proporcionada al amplificador de potencia (232) comprende reducir el nivel de potencia de señales proporcionadas por un modulador acoplado al amplificador de potencia (232).
5. El método de la reivindicación 1, en el que la señal se asocia con al menos uno de un símbolo, una porción de un símbolo, un grupo de símbolos, una trama, o una porción de una trama.
- 25 6. Un aparato para variar un nivel de potencia de señal proporcionada a un amplificador de potencia (232) de un transmisor (200) de un dispositivo de comunicación inalámbrica, que comprende:
 - medios para determinar una frecuencia para transmitir una señal dicha desde una antena;
 - medios para determinar una frecuencia mínima y máxima de una banda de frecuencia en la que el dispositivo de comunicación inalámbrica debe operar;
- 30 medios para determinar una máscara de emisión que incluye un primer nivel de potencia máximo al que la antena transmite una señal a la frecuencia mínima y un segundo nivel de potencia máximo al que la antena transmite una señal a la máxima frecuencia; y
- medios para reducir dicho nivel de potencia de dicha señal proporcionada a dicho amplificador de potencia (232) acoplado a la antena en función de la proximidad de la frecuencia de la señal a al menos una de las frecuencias máxima o mínima.
- 35 7. Un medio legible por ordenador para almacenar instrucciones que, cuando se ejecutan en un ordenador, llevan a cabo un método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

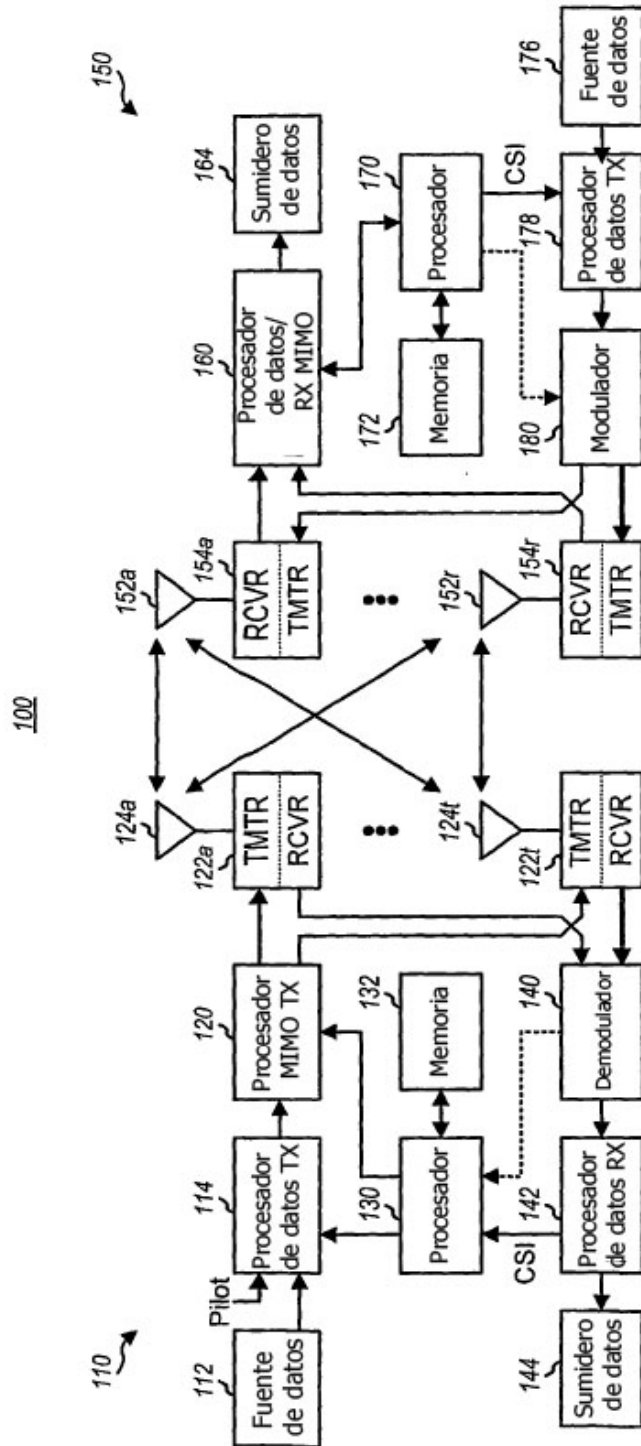


FIG. 1

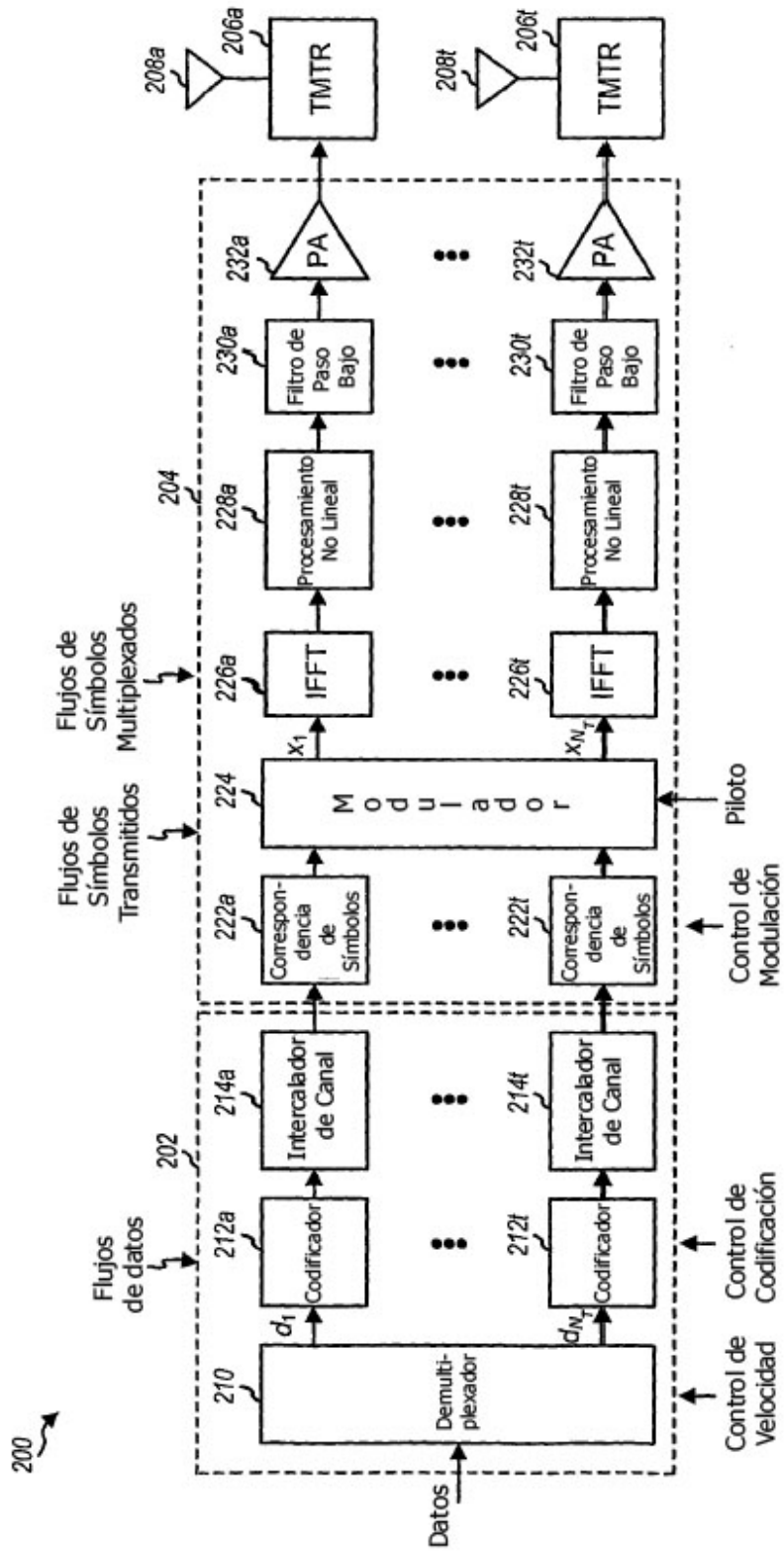


FIG. 2

FIG. 3A

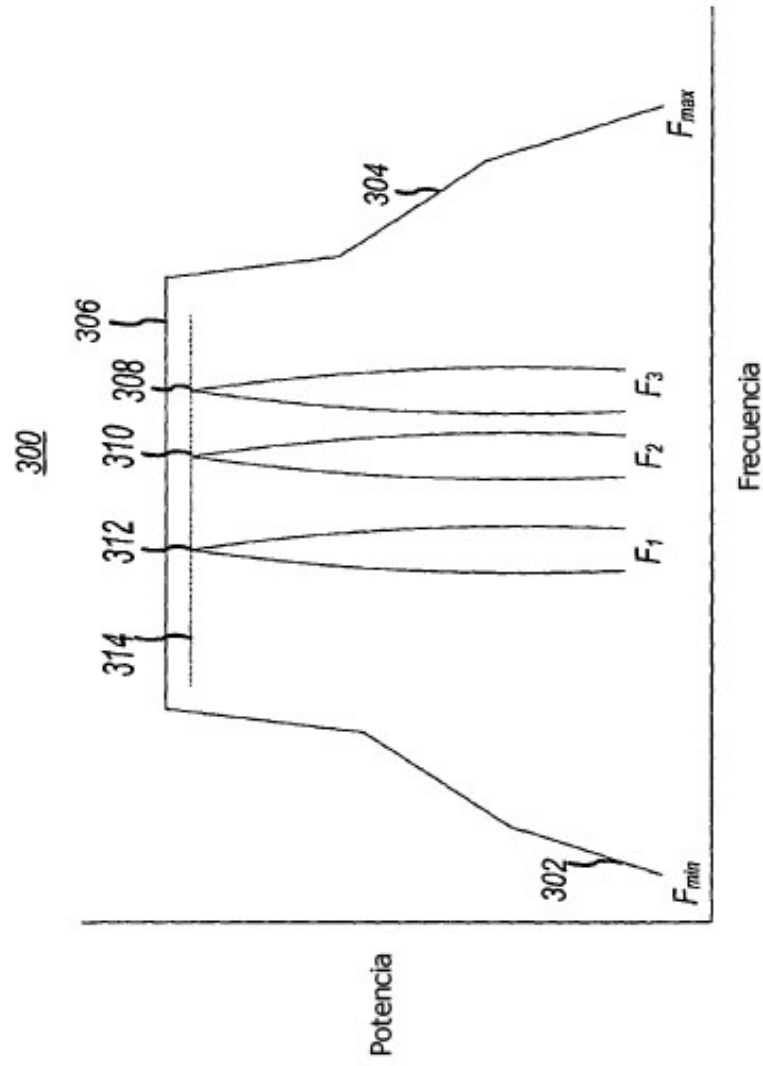


FIG. 3B

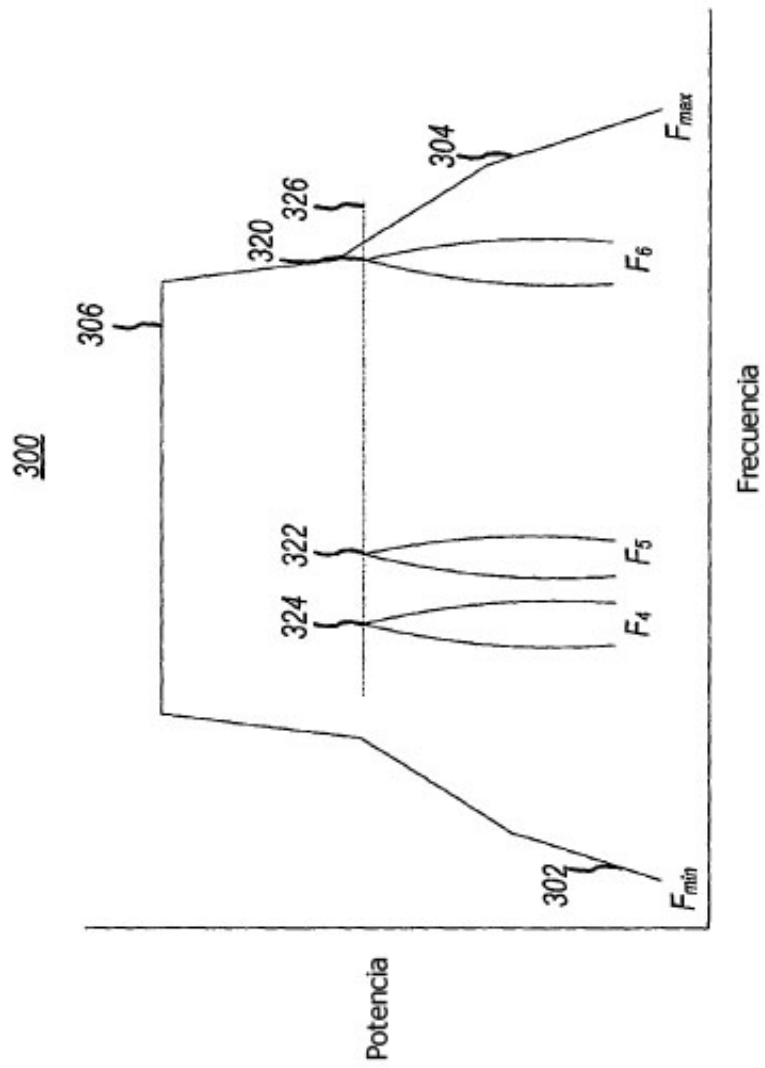
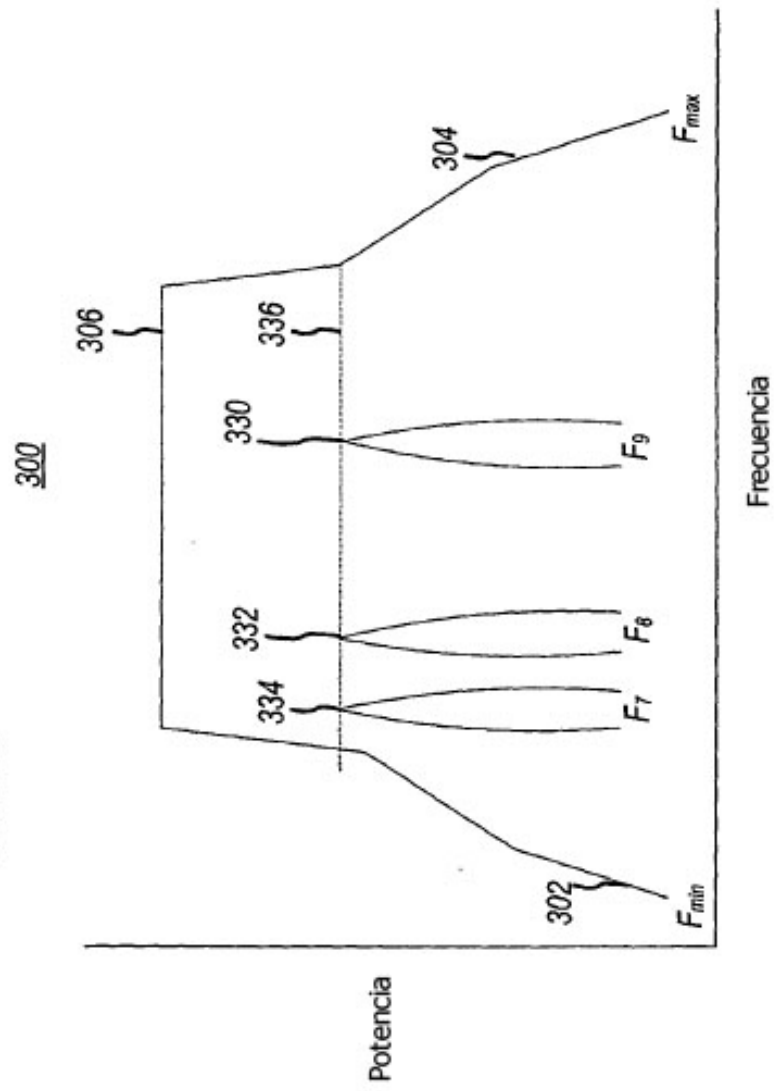


FIG. 3C



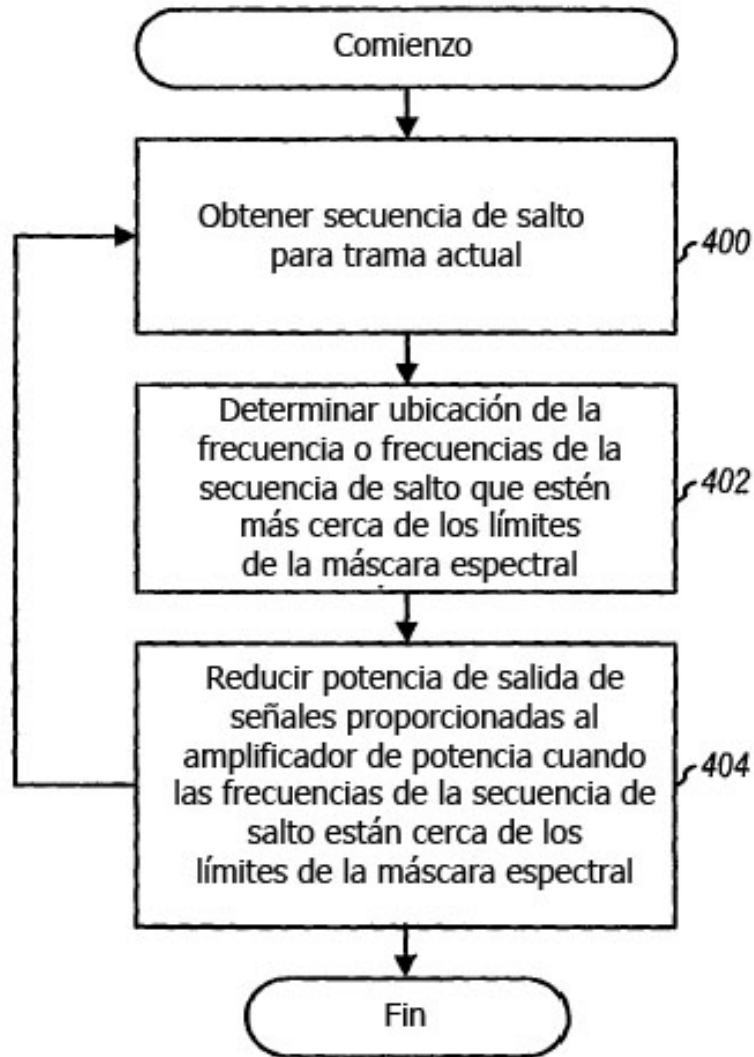


FIG. 4

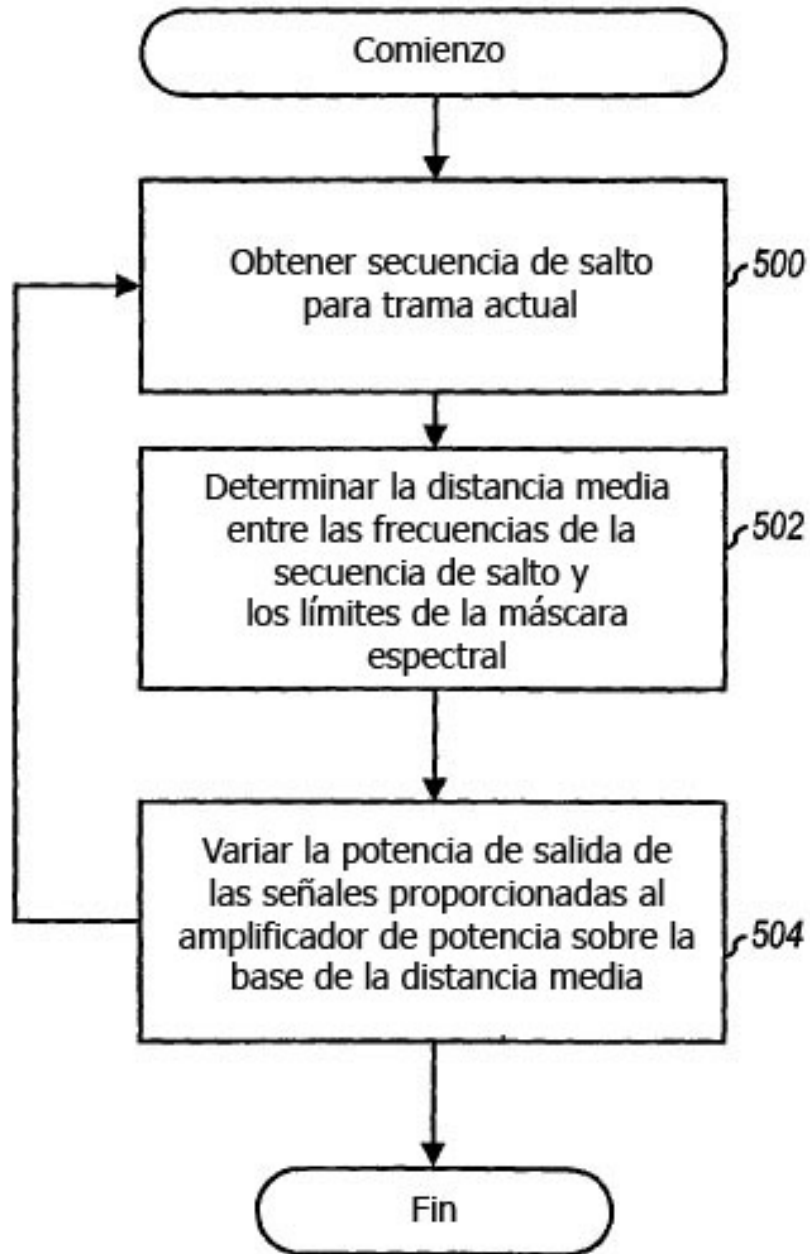


FIG. 5

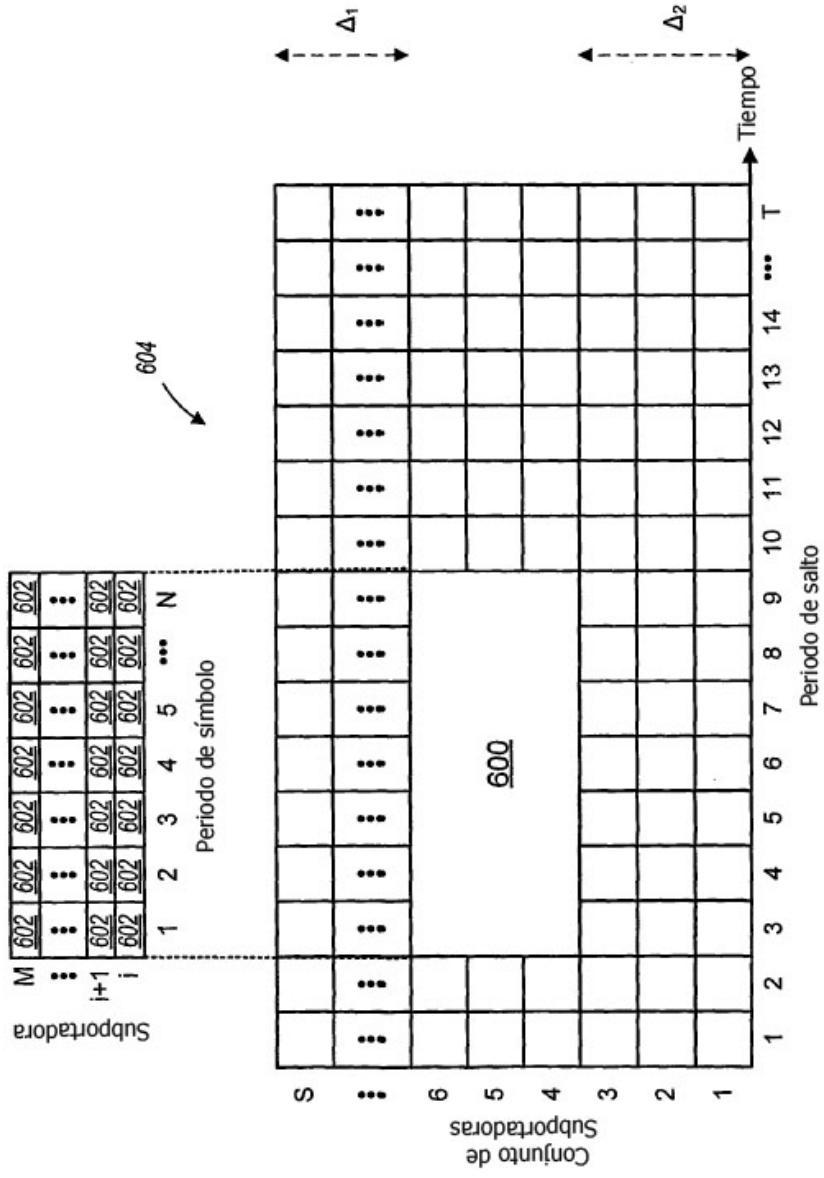


Fig. 6

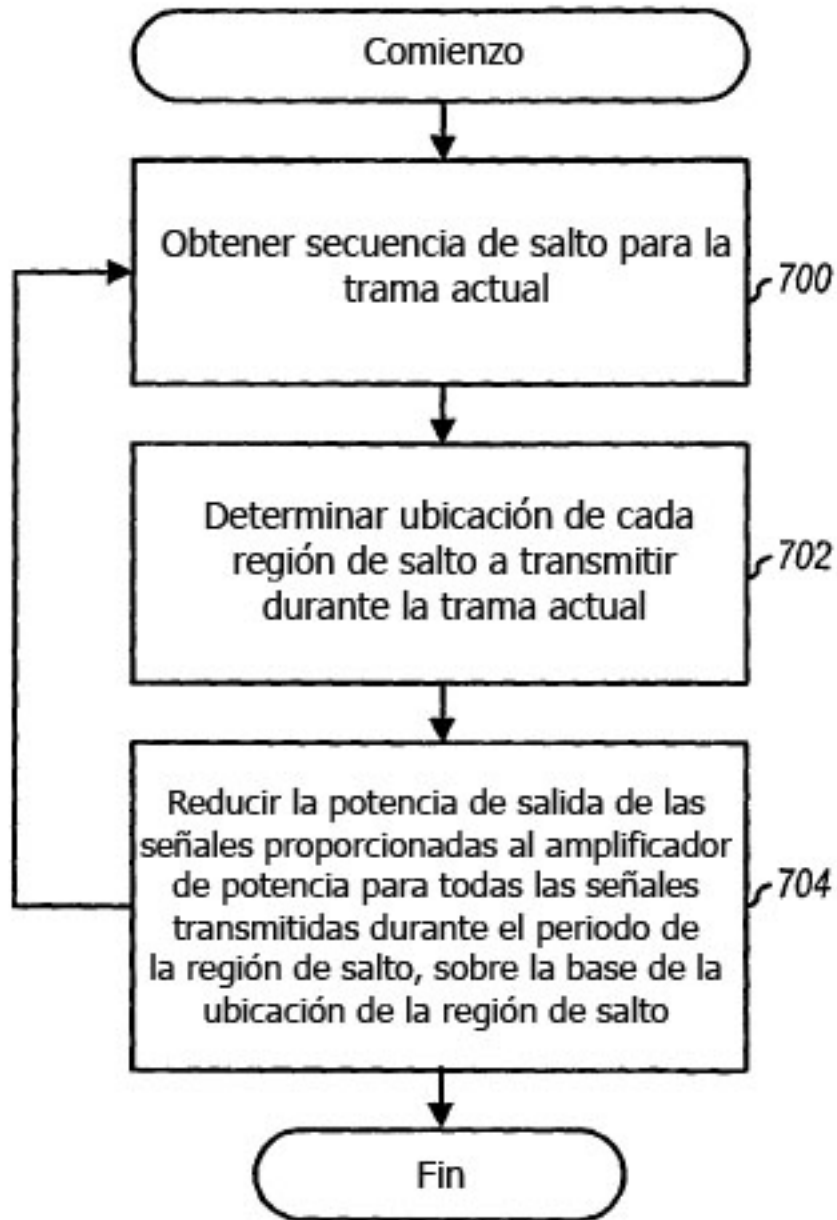
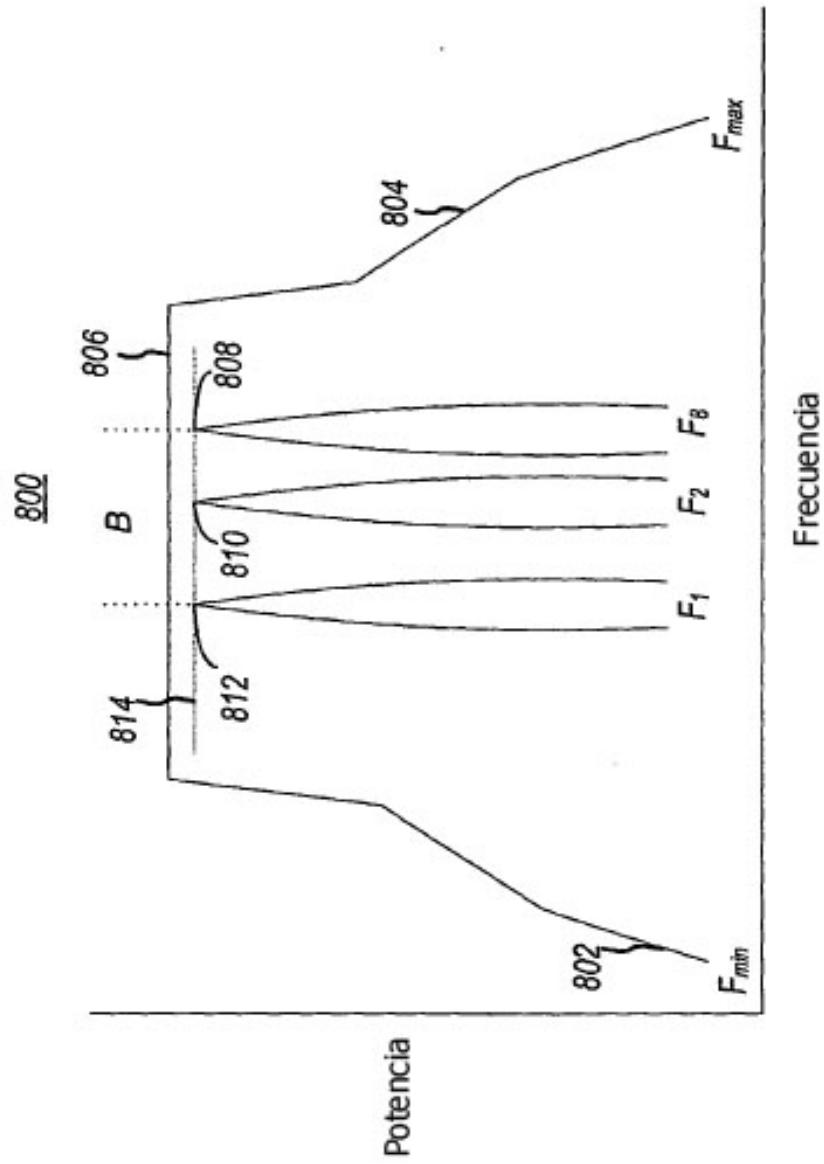


FIG. 7

FIG. 8



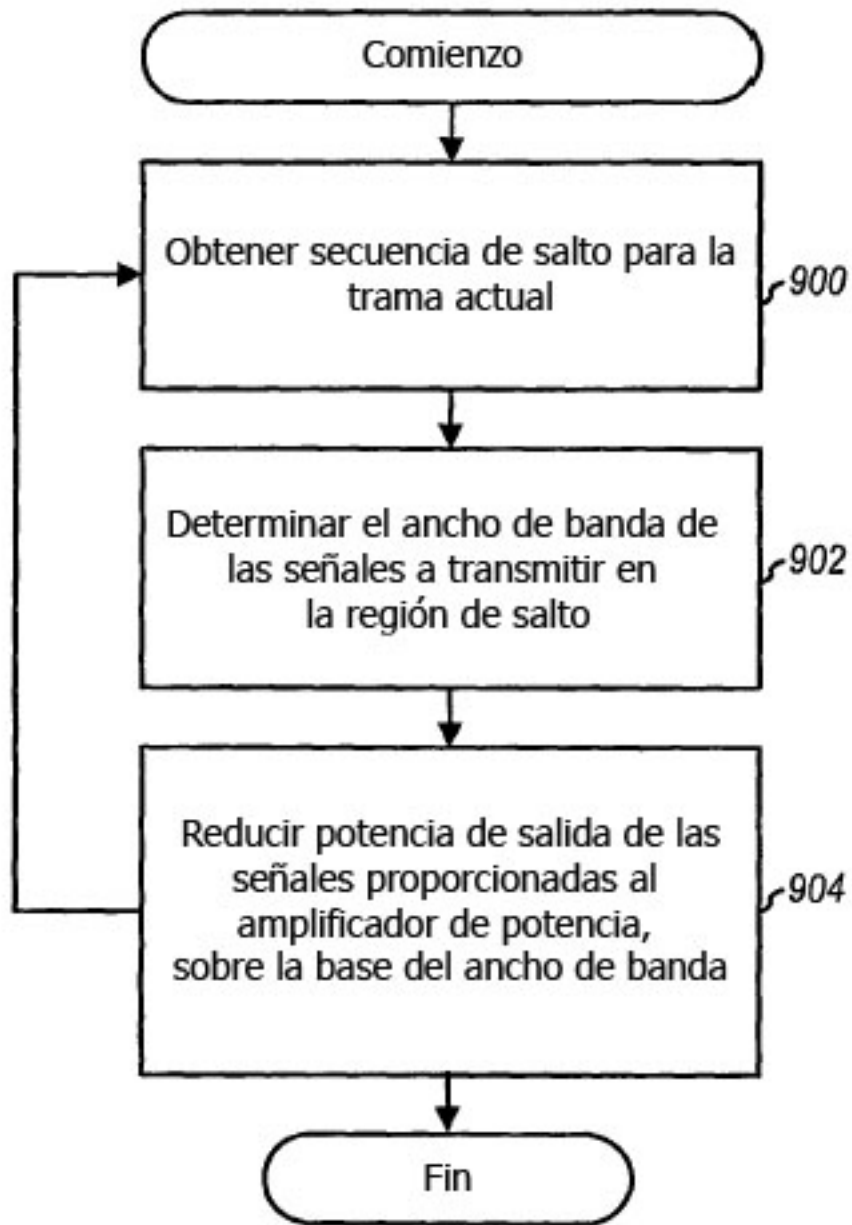


FIG. 9