

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 023**

51 Int. Cl.:

H04L 25/03 (2006.01)

H04B 1/10 (2006.01)

H04B 1/12 (2006.01)

H04B 7/155 (2006.01)

H04L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2015 PCT/US2015/012509**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15160409**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2015 E 15750482 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 3097673**

54 Título: **Sistema y procedimiento para aumentar el haz puntual de la banda ancha por satélite**

30 Prioridad:

23.01.2014 US 201461930802 P

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

27.11.2017

73 Titular/es:

**KRATOS INTEGRAL HOLDINGS, LLC. (100.0%)
4820 Eastgate Mall, Suite 200
San Diego CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**POTTER, ROBERT;
DAUGHTRIDGE, STUART y
ORNDORFF, TIMOTHY**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 644 023 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 aumentar el haz puntual de la banda ancha por satélite

5 ANTECEDENTES

Campo tecnológico

La descripción se refiere generalmente a la reducción de interferencias y la demodulación de la señal, y más específicamente, a la reducción de interferencias y la maximización del rendimiento asociadas con la separación de la señal en las comunicaciones por satélite.

Antecedentes

15 La banda ancha disponible para las comunicaciones inalámbricas de alta velocidad es finita, mientras que el uso de diferentes espectros de frecuencia dentro de esa banda ancha disponible está en constante aumento. La utilización y reutilización de las frecuencias y espectros de frecuencias disponibles pueden provocar una mayor interferencia entre las transmisiones y una necesidad cada vez mayor de hacer un uso eficiente de la banda ancha disponible tanto como sea posible.

20 Una forma de reducir la interferencia es poner tanta separación como sea posible entre las señales que interfieren potencialmente. Dicha separación puede hacerse, por ejemplo, separando las señales en frecuencia, por distancia física, en tiempo, o similar. Dicha separación también puede reducir o limitar la cantidad de información que puede transmitirse entre un transmisor y un receptor. Dichas técnicas de separación pueden disminuir la eficacia con la cual
25 la información puede transmitirse sobre un sistema de comunicaciones.

El documento WO 03/077488 A1 describe cómo derivar la información sobre el operador, como frecuencia de símbolo, y las estimaciones de la amplitud y la frecuencia de las líneas del operador realizando transformaciones de potencia de magnitud, cuadrado, cubo y cuádruple sobre la señal y recuperar los máximos.

30

RESUMEN

Un aspecto de la descripción proporciona un aparato para la demodulación de múltiples señales recibidas de acuerdo con la reivindicación adjunta 1. El aparato puede tener un receptor configurado para recibir una señal
35 compuesta. La señal compuesta puede tener una primera señal y una segunda señal. La primera señal puede superponerse a la segunda señal. El aparato también puede tener al menos un procesador configurado para elevar a una potencia la señal compuesta n-veces hasta que una primera potencia de n dé como resultado una primera onda continua correspondiente a la primera señal y una segunda potencia de n dé como resultado una segunda onda
40 continua correspondiente a la segunda señal. Un índice-n de potencia puede corresponderse con una estimación de la modulación para la primera señal y la segunda señal. El procesador puede también derivar al menos una frecuencia de símbolo que se corresponde con la primera señal en base a la primera potencia de n y la segunda potencia de n. El procesador también puede re-muestrear la señal compuesta en base a la estimación de la modulación a x-veces la al menos una frecuencia de símbolo para determinar la trayectoria de un símbolo y el tipo de modulación para las señales primera y segunda, y compensar la información entre la primera señal y la segunda
45 señal. El procesador también puede regenerar la primera señal y la segunda señal en base a al menos un tipo de modulación, la al menos una trayectoria del símbolo y la información de compensación. El procesador también puede producir la primera señal y la segunda señal.

Otro aspecto de la descripción proporciona un procedimiento para demodular múltiples señales de acuerdo con la reivindicación 11 adjunta. Este procedimiento incluye recibir una señal compuesta. La señal compuesta puede tener
50 una primera señal y una segunda señal, la primera señal superpuesta a la segunda señal. El procedimiento también incluye elevar a una potencia la señal compuesta n-veces hasta que una primera potencia de n dé como resultado una primera onda continua correspondiente a la primera señal y una segunda potencia de n dé como resultado una segunda onda continua correspondiente a la segunda señal. Un índice-n de potencia puede corresponderse con una
55 estimación de la modulación para la primera señal y la segunda señal. El procedimiento también incluye derivar una frecuencia de símbolo de la señal compuesta correspondiente a al menos una de la primera señal y la segunda señal. El procedimiento también incluye re-muestrear la señal compuesta en base a la estimación de modulación a x-veces la frecuencia de símbolo estimada para determinar la trayectoria de un símbolo y un tipo de modulación de la primera señal y la segunda señal y la información de compensación entre la primera señal y la segunda señal. El
60 procedimiento también incluye regenerar la primera señal y la segunda señal en base al tipo de modulación, la

trayectoria del símbolo, el factor de forma y la información de compensación.. El procedimiento también incluye producir la primera señal y la segunda señal.

Otro aspecto de la descripción proporciona un procedimiento para demodular una señal compuesta. La señal compuesta puede tener una primera señal constituyente que se superpone a una segunda señal constituyente en frecuencia. El procedimiento puede incluir multiplicar la señal compuesta por sí misma un primer número de veces hasta que el primer número de veces produzca al menos una forma de onda continua, el primer número de veces indicando al menos una estimación de modulación. El procedimiento puede incluir determinar al menos una frecuencia de símbolo de la señal compuesta. La al menos una frecuencia de símbolo puede basarse en el primer número de veces y en la forma de onda continua. El procedimiento además incluye re-muestrear la señal compuesta en base a la al menos una estimación de modulación como un múltiplo de al menos una frecuencia de símbolo para determinar la trayectoria de un símbolo, un tipo de modulación, e información de compensación entre la primera señal constituyente y la segunda señal constituyente. El procedimiento puede incluir también regenerar la primera señal constituyente y la segunda señal constituyente en base al tipo de modulación, la trayectoria del símbolo, el factor de forma y la información de compensación.. El procedimiento también puede incluir producir la primera señal constituyente y la segunda señal constituyente.

Otras características y ventajas de la presente invención deberían ser aparentes a partir de la siguiente descripción que ilustra, a modo de ejemplo, los aspectos de la invención, donde los números iguales se refieren a las características iguales.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los detalles de las realizaciones de la presente invención, tanto en su estructura como en su funcionamiento, pueden deducirse en parte a través del estudio de los dibujos que acompañan, en los cuales los numerales de referencia iguales se refieren a partes iguales, y en los cuales:

- La FIG. 1 es una ilustración gráfica de una realización de comunicaciones por satélite entre una pluralidad de estaciones terrestres;
- La FIG. 2 es un diagrama de bloque funcional de los componentes de un dispositivo de comunicación que puede emplearse en el sistema de comunicaciones de la FIG. 1;
- La Figura 3 es un diagrama de bloque funcional de un demodulador de señal;
- La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento de separación de señal;
- La FIG. 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento de demodulación de multi señal;
- La FIG. 6A es un gráfico de dos señales superpuestas en frecuencia que pueden separarse usando los procedimientos de la FIG. 4 y la FIG. 5;
- La FIG. 6B es otro gráfico de dos señales superpuestas en frecuencia que pueden separarse usando los procedimientos de la FIG. 4 y la FIG. 5;
- La FIG. 6C es otro gráfico de dos señales superpuestas en frecuencia que pueden separarse usando los procedimientos de la FIG. 4 y la FIG. ; y
- La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de separación y demodulación de señales superpuestas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La descripción detallada indicada a continuación, en conexión con los dibujos que acompañan, está pensada como descripción de las diferentes realizaciones y no tiene la intención de representar las únicas realizaciones en las cuales puede practicarse la invención. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de las realizaciones. En algunas instancias, las estructuras y componentes bien conocidos se muestran de forma simplificada para abreviar la descripción.

Separar las señales en frecuencia o distancia física para minimizar o reducir la interferencia puede disminuir la cantidad de información que puede transmitirse a través de un canal o medio de comunicación. Si una señal de interferencia se recibe de una fuente desconocida u hostil, separar las señales de estas formas puede no ser posible ya que puede haber disponible poca o ninguna información sobre la señal de interferencia.

Como se ha indicado anteriormente, separar las señales en frecuencia o distancia física para reducir la interferencia puede reducir la cantidad y velocidad en las cual la información puede transmitirse entre un transmisor y un receptor. Además, si la señal de interferencia proviene de una fuente desconocida (como sucede normalmente) u hostil, separar las señales de estas formas puede no ser posible. Así, la reutilización de la banda ancha sobre múltiples señales o señales transmitidas superpuestas en la frecuencia puede proporcionar un uso eficiente del espectro de

frecuencia disponible.

En algunas realizaciones descritas en el presente, ciertas técnicas de demodulación pueden tener aplicaciones en múltiples sistemas de comunicaciones diferentes incluyendo, pero sin limitación: señales de comunicaciones por satélite y enlaces de comando y control (C2) por satélite; vehículos aéreos no tripulados (UAV), enlaces de campo visual (LOS) y datos por satélite; sistemas de comunicaciones a bordo por microondas y satélite; enlaces de comunicaciones por microondas; receptores GPS; enlaces de comunicaciones de teléfono móvil; señales de cable; y cualquier sistema de frecuencia de radio punto a punto o punto a multi punto (RF) que sea susceptible a las interferencias accidentales o intencionadas. También puede utilizarse para permitir el procesamiento ciego de señal doble portadora que proporcionan mayor capacidad para velocidades de datos significativamente más altas sobre un transpondedor satélite u otro enlace de banda ancha FR fijo que la transmisión con un único portador.

La FIG. 1 es una ilustración gráfica de una realización de comunicaciones por satélite entre una pluralidad de estaciones terrestres. Un sistema de comunicación ("sistema") 100 representa una pluralidad de estaciones terrestres 102, 104, 106 que se comunican unas con otras a través de un satélite 110. En algunas realizaciones, el sistema de comunicación 100 puede comprender más de tres estaciones terrestres 102, 104, 106, y más de un satélite 110.

Algunos sistemas pueden depender de copias locales de las señales salientes para la cancelación del eco para la reducción de la interferencia. En algunos sistemas, un enfoque equilibrado a las comunicaciones por satélite punto a punto o punto a multi punto, puede requerir cierto procesamiento de la señal en ambos extremos de un enlace de comunicaciones (por ejemplo, un par transmisor-receptor). En otros sistemas un enfoque no equilibrado puede requerir el procesamiento de la señal en un lugar. El sistema de comunicación 100 de la FIG. 1 es un ejemplo de un enfoque no equilibrado en el cual la estación terrestre 106 no tiene una copia local de las señales transmitidas, como se describe a continuación.

La estación terrestre 102 puede transmitir una señal 122 (T_1) al satélite 110 que luego se retransmite a las estaciones terrestres 104, 106. La estación terrestre 104 puede transmitir una señal 124 (T_2) al satélite 110 que luego se retransmite a la estación terrestre 102 y a la estación terrestre 106. La estación terrestre 102 puede recibir la señal 124 (T_2) y un eco de su propia señal transmitida 122 (T_1) como una señal compuesta 134 (mostrada como $S_1 + S_2$). De forma similar, la estación terrestre 104 puede recibir la señal 122 (T_1) y un eco de su propia señal transmitida 124 (T_2) como una señal compuesta 132 (mostrada como $S_1 + S_2$). Como se utiliza en la FIG. 1, la "T" indica una señal transmitida, mientras que la "S" indica una señal correspondiente recibida en una o más estaciones terrestres 102, 104, 106. "S₁" y "S₂" pueden referirse también a señales constituyentes de una señal compuesta (por ejemplo, las señales compuestas 132, 134, 136).

En algunas realizaciones, ambas estaciones terrestres 102, 104 pueden tener una copia local de las señales transmitidas 122, 124 para usar una cancelación del eco. En algunos casos, la eliminación de la señal transmitida con auto interferencia se consigue utilizando un proceso como la cancelación del eco. En dicha realización, el "eco" puede proporcionarse mediante el muestreo de la señal transmitida 122, 124, procesando esta señal a través de una línea de retardo (no mostrada), haciendo coincidir la fase y la ganancia de la señal compuesta entrante 132, 134, y cancelando la señal transmitida dentro de la señal de enlace descendente para extraer la señal adicional dentro del espacio de frecuencia procesado. La cancelación del eco puede proporcionar ciertos niveles de reducción de interferencia dentro del sistema de comunicación 100, de forma que puedan recibir y demodular correctamente la señal 122 y la señal 124 respectivamente.

La estación terrestre 106 por otro lado no transmite una señal propia y por tanto puede no tener capacidades de cancelación del eco significativas para la recepción y el procesamiento de la señal 122 (S_1) y la señal 124 (S_2). La señal 122 (S_1) y la señal 124 (S_2) juntas, como las recibe la estación terrestre 106, es la señal compuesta designada 136. La señal compuesta 136 puede ser similar a la señal compuesta 132 y la señal compuesta 134, siendo una combinación de dos señales, $S_1 + S_2$. En algunas realizaciones, tanto la señal 122 como la 124 o ambas pueden ser señales de interés para la estación terrestre 106.

La señal compuesta 136 puede, sin embargo, estar sujeta a diferentes formas y niveles de interferencia debido a los diferentes entornos operativos. En algunas realizaciones, las señales compuestas 132, 134, 136 pueden además incluir diferentes cantidades de interferencia además de la interferencia del eco. En algunas realizaciones, la una o más señales 122, 124 encontradas en las señales compuestas 132, 134, 136 pueden considerarse en el presente como señales constituyentes. Dos señales moduladas transmitidas juntas también pueden considerarse como una modulación adicional. Así, por ejemplo, la señal 122 y la señal 124 pueden considerarse señales constituyentes de la señal compuesta 136.

En algunas realizaciones, una señal de interés (por ejemplo, la señal 122 o la señal 124) puede caracterizarse para ser cancelada de la señal compuesta 136, por ejemplo, dejando un ruido de fondo. El ruido de fondo, como se utiliza en el presente puede referirse generalmente a la medida de la señal creada o regenerada a partir de la suma de todas las fuentes de ruido y señales no deseadas dentro de un sistema de medición, donde el ruido se define como cualquier señal distinta a la que está siendo monitorizada. El ruido de fondo, puede describirse como una señal residual o ruido restante tras eliminarse la señal de interés (por ejemplo, la señal 122, 124) de la señal compuesta 136. El ruido de fondo puede caracterizarse usando la mitigación de referencia de los procedimientos de eliminación de interferencias descritos en el presente (descritos a continuación en conexión con la FIG: 4 y la FIG. 5) para crear una señal de cancelación.

En algunas realizaciones, el ruido de fondo puede no caracterizarse. Por tanto, la señal de cancelación que ha sido creada puede combinarse en un bucle de alimentación prospectiva con una copia de la señal compuesta, mientras se compensa la frecuencia y las variaciones de amplitud para reducir el ruido de fondo. Esto puede resultar en una proporción señal a ruido (SNR) más alta para la señal de interés. Esto puede aumentar la producción de datos potenciales de la señal permitiendo el uso de esquemas de modulación en un orden más elevado, y así aumentar la producción de todo el satélite 110.

En algunas realizaciones, para maximizar el uso del espectro de frecuencia disponible, la señal 122 y la señal 124 pueden usar una banda ancha igual o similar. En algunas realizaciones, la señal 122 y la señal 124 pueden tener la misma amplitud. En algunas otras realizaciones, la señal 122 y la señal 124 puede diferir ligeramente en una o más bandas anchas, fases y amplitudes. Por tanto, las estaciones terrestres 102, 104 pueden accidentalmente o de forma intencionada utilizar frecuencias, anchos de banda y niveles de potencia similares (por ejemplo, amplitud) para transmitir las señales respectivas (T_1 , T_2) por ejemplo, la señal 122 y la señal 124. Así, la estación terrestre 106 puede recibir la señal 122 y la señal 124 teniendo una superposición de frecuencia significativa o completa entre las señales recibidas. En algunas realizaciones, puede haber más de dos señales superpuestas, como se describe a continuación en conexión con la FIG. 5. La superposición de dos o más señales de interés pueden presentar la estación terrestre 106 con ciertos problemas que requieren separación y análisis de las señales superpuestas y posiblemente en interferencia, por ejemplo la señal 122 y la señal 124.

La modulación como se describe en el presente puede incluir, pero no estar limitada a, modulación analógica o digital. Algunos de los esquemas de modulación a los que se hace referencia en el presente puede incluir, pero no estar limitados, a modulación de amplitud de cuadratura (QAM), modulación por desplazamiento de fase (PSK), PSK binario (BPSK), PSK de cuadratura (QPSK), PSK diferencial (DPSK), QPSK diferencial (DQPSK), modulación por desplazamiento de amplitud y de fase (APSK), QPSK de compensación (OQPSK), modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), modulación por desplazamiento mínimo (MSK), MSK Gaussiano (GMSK) entre otros tipos de modulación, acceso múltiple de división de tiempo (TDMA), acceso múltiple de división de código (CDMA), acceso múltiple de división de frecuencia ortogonal (OFDMA), y modulación de fase continua (CPM). Ciertos tipos de modulación como por ejemplo QAM y APSK puede también diferir en módulos, por ejemplo, 4QAM, 8QAM y 16PSK por nombrar algunos.

La FIG. 2 es un diagrama de bloque funcional de los componentes de un dispositivo de comunicación que puede emplearse en el sistema de comunicaciones de la FIG. 1. Como se muestra, el dispositivo de comunicación 200 puede implementarse como las estaciones terrestres de la FIG. 1. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación 200 puede comprender la estación terrestre 106.

El dispositivo de comunicación ("dispositivo") 200 puede incluir un procesador 204 que controla el funcionamiento del dispositivo de comunicación 200. El procesador 204 también puede referirse a una unidad de procesamiento central (CPU). El dispositivo de comunicación 200 puede incluir además una memoria 206 conectada de forma operativa al procesador 204, que puede incluir una memoria solo lectura (ROM) y una memoria de acceso aleatorio (RAM), proporcionando instrucciones y datos al procesador 204. Una parte de la memoria 206 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 204 típicamente realiza operaciones lógicas y aritméticas en base a las instrucciones del programa almacenadas en la memoria 206. Las instrucciones en la memoria 206 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente.

Cuando el dispositivo de comunicación 200 se implementa o se utiliza como nodo receptor o estación terrestre, el procesador 204 puede configurarse para procesar información desde una pluralidad de diferentes tipos de señal. En dicha realización, el dispositivo de comunicación 200 puede implementarse como la estación terrestre 106 y configurarse para recibir y analizar o separa la señal compuesta 136 en sus señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124). Por ejemplo, el procesador 204 puede configurarse para determinar la frecuencia, ancho

de banda, tipo de modulación, factor de forma y trayectoria del símbolo, entre otras características de transmisión para recrear o regenerar las señales 122, 124. El procesador 204 puede implementar diferentes procesos o procedimientos en ciertos módulos de separación de señal y reducción de interferencias ("módulos") 202 para efectuar dichas determinaciones. Los módulos 202 pueden incluir además la tecnología regenerativa adaptativa 5 (ART) descrita en conexión con la FIG. 3 a continuación.

El procesador 204 puede además incluir uno o más ecualizadores adaptativos (no mostrados). Los ecualizadores adaptativos pueden configurarse para estimar y caracterizar las señales entrantes en el dominio de tiempo.

10 El procesador 204 puede comprender o ser un componente de un sistema de procesamiento implementado con uno o más procesadores 204. El uno o más procesadores 204 pueden implementarse con cualquier combinación de microprocesadores de uso general, microcontroladores, procesadores de señal digital (DSP), matriz de puertas programable (FPGA), dispositivos lógicos programables (PLD), controladores, máquinas de estado, puertas lógicas, componentes de hardware específicos, máquinas de estado finitas con hardware dedicado, o cualquier otra entidad 15 adecuada que pueda realizar cálculos u otras manipulaciones de la información.

El procesador 204 puede incluir también medios legibles por máquina para almacenar el software. El software puede interpretarse ampliamente para significar cualquier tipo de instrucción, ya se refiera a software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware, o cualquier otro. Las instrucciones pueden incluir 20 código (por ejemplo, en forma de código fuente, formato de código binario, formato de código ejecutable o cualquier otro formato de código adecuado). Las instrucciones, cuando se ejecutan por el uno o más procesadores 204, hacen que el sistema de procesamiento realiza las diferentes funciones descritas en el presente.

El dispositivo de comunicación 200 puede también incluir una carcasa 208, que puede incluir un transmisor 210 y un 25 receptor 212 para permitir la transmisión y recepción de los datos entre el dispositivo de comunicación 200 y una ubicación remota. Por ejemplo, dichas comunicaciones pueden producirse entre las estaciones terrestres 102, 104, 106. El transmisor 210 y el receptor 212 pueden combinarse en un transceptor 214. Una antena 216 puede conectarse a la carcasa 208 y acoplarse eléctricamente al transceptor 214 o al transmisor 210 y el receptor 212 de forma independiente. El dispositivo de comunicación 200 también puede incluir (no mostrados), múltiples 30 transmisores, múltiples receptores, múltiples transceptores y/o múltiples antenas.

El dispositivo de comunicación 200 puede también incluir un detector de señal 218 que puede utilizarse en un esfuerzo para detectar y cuantificar el nivel de señales recibido por el transceptor 214. El detector de señal 218 puede detectar dichas señales como frecuencia, ancho de banda, velocidad del símbolo, energía total, energía por 35 símbolo, densidad espectral de potencia y otras características de señal. El detector de señal 218 puede incluir también un "módulo de sistema de ventanas", (descrito en la FIG. 3) y puede configurarse también para procesar e ingresar datos (por ejemplo, una o más señales 122, 124) asegurando que el procesador 204 está recibiendo una parte correcta limitada por ancho de banda de un espectro de comunicación inalámbrica en uso. Como ejemplo no restrictivo, ciertas transmisiones a y desde una estación terrestre 102, 104 pueden incurrir ciertas variaciones de 40 tiempo y frecuencia cuando las transmisiones se reciben en el satélite 110 y se redirigen a la estación terrestre 106. Dichas variaciones pueden incluir un desplazamiento Doppler y la distancia recorrida entre otros factores. Por tanto, el detector de señal 218 (o módulo de sistema de ventanas) puede corregir la señal o señales entrantes 136 para el ancho de banda y la frecuencia de centro para asegurar que el procesador 204 recibió la parte correcta del espectro, incluyendo las señales 122, 124, 136.

45 El dispositivo de comunicación 200 puede incluir también un procesador de señal digital (DSP) 220 para su uso en las señales de procesamiento. El DSP 220 puede configurarse para generar una unidad de datos para la transmisión. El DSP 220 puede cooperar además con el detector de señal 218 y el procesador 204 para determinar ciertas características de la señal compuesta 136.

50 El dispositivo de comunicación 200 puede además comprender una interfaz de usuario 222 en algunos aspectos. La interfaz de usuario 222 puede comprender un teclado, un micrófono, un altavoz y/o una pantalla. La interfaz de usuario 222 puede incluir cualquier elemento o componente que transmita la información al usuario del dispositivo de comunicación 200 y/o reciba instrucciones del usuario.

55 Los diferentes componentes del dispositivo de comunicación 200 descritos en el presente pueden conectarse mediante un sistema de bus 226. El sistema de bus 226 puede incluir un bus de datos, por ejemplo, y un bus de alimentación, un bus de señal de control y un bus de señal de estado además del bus de datos. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que los componentes del dispositivo de comunicación 200 pueden conectarse juntos o 60 proporcionar entradas unos a los otros usando otros mecanismos.

Aunque se ilustra un número de componentes independientes en la FIG. 2, uno o más de los componentes pueden combinarse o implementarse de forma común. Por ejemplo, el procesador 204 puede utilizarse para implementar no solo la funcionalidad descrita anteriormente con respecto al procesador 204, pero también para implementar la funcionalidad descrita anteriormente con respecto al detector de señal 218 y/o el DSP 220. Además, cada uno de los componentes ilustrados en la FIG. 2 pueden implementarse usando una pluralidad de elementos independientes. Por otra parte, el procesador 204 puede utilizarse para implementar cualquiera de los componentes, módulos, circuitos o similares descritos a continuación, o cada uno puede implementarse usando una pluralidad de elementos independientes.

La Figura 3 es un diagrama de bloque funcional de un demodulador de señal ("demodulador"). Un demodulador 300 puede recibir una señal en bruto 310 una parte de la cual puede incluir una o más señales de interés. Por ejemplo, la estación terrestre 106 puede recibir la señal en bruto 310, incluyendo la señal compuesta 136 que, como se ha indicado anteriormente, puede tener múltiples señales constituyentes 122, 124. La señal en bruto 310 puede comprender un espectro completo o espectro de frecuencias en uso para las comunicaciones inalámbricas (por ejemplo comunicaciones por satélite).

La señal en bruto 310 es recibida por el receptor 212 (FIG. 2) y procesada por un módulo de digitalización 320. El módulo de digitalización 320 puede comprender uno o más conversores analógicos a digital (A2D) para traducir la señal en bruto 310 desde una señal analógica a una señal digital. El módulo de digitalización 320 puede producir una señal digitalizada 322.

El demodulador 300 puede tener adicionalmente un módulo de sistema de ventanas 325 acoplado de forma operativa al módulo de digitalización 320. Como se ha indicado anteriormente, el módulo de sistema de ventanas 325 puede ser un componente del detector de señal 218. El módulo de sistema de ventanas 325 puede cooperar también con el procesador 204 y el DSP 220 para completar los procesos descritos en el presente.

En algunas realizaciones, el módulo de sistema de ventanas 325 puede configurarse para limitar el ancho de banda de la señal digitalizada 322 o centrarse en una parte de la señal digitalizada 322 para asegurar que el demodulador 300 procesa la parte deseada del espectro que abarca la señal o señales de interés. En algunas realizaciones, la parte deseada del espectro puede contener la una o más señales de interés (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124). El módulo de sistema de ventanas 325 puede corregir también la parte limitada de ancho de banda del espectro para la frecuencia central y el ancho de banda de forma que la señal o señales de interés (por ejemplo, la señal compuesta 136 y las señales 122, 124) se procesan por el demodulador 300. Con el fin de la siguiente descripción, la parte limitada del ancho de banda de la señal digitalizada 322 limitada por el módulo de sistema de ventanas 325 puede referirse generalmente en el presente como una señal con sistema de ventanas 328. En algunas realizaciones, la señal con sistema de ventanas 328 puede ser un formato digital de la señal compuesta 136 que contiene múltiples señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124). Una o más de las señales constituyentes puede ser la señal o señales de interés.

El demodulador 300 puede incluir además un detector de interferencias 330. En algunas realizaciones, el detector de interferencias 330 puede configurarse para recibir la señal con sistema de ventana 328 y determinar la presencia de la señal 122 y de la señal 124, o la señal compuesta 136 además de otras señales de interferencia. En algunas realizaciones, dos o más señales que en sí mismas se modulan individualmente (por ejemplo, QPSK, 4QAM, 16APSK, etc.) pueden considerarse además una modulación cuando se propagan juntas como la señal compuesta 136.

El detector de interferencias 330 puede procesar la señal con sistema de ventana 325 entrante en el dominio de tiempo para determinar la presencia de múltiples señales de interferencia (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124).

El detector de interferencias 330 también puede procesar la señal con sistema de ventana 328 en el dominio de frecuencia. En algunas realizaciones, el detector de interferencias 330 puede analizar la transformación Fourier del módulo de la señal con sistema de ventana 328 para determinar la presencia de múltiples señales constituyentes. En otras realizaciones, los procesos realizados por el detector de interferencias 330 pueden implementarse en el software.

El detector de interferencias 330 puede utilizar procesos en la frecuencia y el tiempo para determinar al menos una estimación de modulación y una frecuencia de símbolo o velocidad del reloj. En algunas realizaciones, la estimación de modulación puede obtenerse multiplicando la señal con sistema de ventana 328 por sí misma n-veces hasta que una onda continua (CW) es el producto de la señal con sistema de ventana 328 elevado a una potencia de n. Como se utiliza en el presente, la operación de multiplicar una señal por sí misma, o elevar una señal a una potencia de n

se refiere generalmente a "elevar a potencia". La elevación a potencia de la señal con sistema de ventana 328 puede completarse múltiples veces para determinar la presencia de múltiples señales constituyentes en el dominio de tiempo y el dominio de frecuencia. Por tanto, la señal con sistema de ventana 328 puede multiplicarse por sí misma hasta que el detector de interferencias 330 (o el detector de señal 218) determina que hay una, dos o más señales presentes en la señal con sistema de ventana 328. Cada una de las señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124) pueden tener una modulación diferente y por tanto producir un producto CW en diferentes potencias de n . Por ejemplo, la elevación a potencia de una señal compuesta 136 que tiene tres señales constituyentes con tres tipos de modulación diferentes, puede producir tres formas de onda CW independientes en las tres potencias de n diferentes. En otros ejemplo, dos o más de las señales constituyentes pueden tener la misma modulación y por tanto las formas de onda CW resultarían en el mismo valor de n . En algunas realizaciones, la potencia de n es un múltiplo de dos.

El detector de interferencias 330 puede además derivar una estimación de la frecuencia de símbolo mediante la función de elevación a potencia de la señal con sistema de ventana 328. La elevación a potencia de la señal con sistema de ventana 328 puede resultar en una indicación o una estimación de una frecuencia de símbolo asociada. En algunas realizaciones, cuando la señal se multiplica por sí misma un número de veces, la fase de los símbolos puede correlacionarse o cancelarse, resultando en un producto CW indicado por una frecuencia individual en el dominio de frecuencias. Este proceso también arroja pequeños lóbulos secundarios (por ejemplo, "impulsos secundarios") que se espacian de forma uniforme alrededor de la frecuencia CW. El espaciado de los lóbulos secundarios se relacionan con la frecuencia de símbolo para el portador de la señal constituyente correspondiente y puede utilizarse para estimar la frecuencia de símbolo. El detector de interferencias 330 puede además tener uno o más ecualizadores adaptativos (no mostrados) configurados para utilizar el producto o productos de la elevación a potencial y el espaciado de los "impulsos secundarios" para refinar aún más la una o más estimaciones de frecuencia de símbolo para derivar una o más frecuencias de símbolo reales correspondientes a las señales constituyentes. En algunas realizaciones, dichos ecualizadores adaptativos pueden ejecutarse en un múltiplo de las estimaciones de la frecuencia de símbolo para derivar frecuencias de símbolo reales. En algunas realizaciones, este proceso puede completarse para cada valor distinto de n (por ejemplo, potencia de n). La una o más frecuencias de símbolo reales pueden corresponderse a la una o más señales constituyentes presentes en la señal con sistema de ventana 328. Por ejemplo, si la señal compuesta tiene tres señales constituyentes ejemplares con tres frecuencias de símbolo diferentes (como anteriormente), pueden derivarse tres frecuencias de símbolo independientes mediante el detector de interferencias 330. En una realización, dos o más señales constituyentes pueden estar presentes teniendo la misma frecuencia de símbolo. En otra realización, las dos o más señales constituyentes (por ejemplo la señal 122 y la señal 124) pueden tener las misma frecuencia de símbolo pero diferente modulación.

El demodulador 300 puede incluir además uno o más regeneradores adaptativos ("ART") 350. El acrónimo "ART" como se utiliza en el presente se refiere a Tecnología Regenerativa Adaptativa, y puede generalmente referirse a los procesadores que comprenden el ART 350. El ART 350 de la FIG. 3 puede tener múltiples subcomponentes o módulos. Cuando una o más señales (por ejemplo, señales de interés y señales de interferencia) son detectadas por el detector de interferencias 330, la señal con sistema de ventanas 328 puede pasar a un módulo separador 352 dentro de ART 350.

El módulo separador 352 puede remuestrear la señal con sistema de ventana 328 usando la estimación de modulación (desde el detector de interferencias 330) a x -veces la frecuencia de símbolo. En algunas realizaciones, la señal con sistema de ventana 328 puede remuestrearse a x -veces la frecuencia de símbolo para cada frecuencia de símbolo detectada por el detector de interferencias 330, de forma similar al detector de interferencias 330. Así, el módulo separador 352 puede muestrear la señal constituyente entrante a una velocidad más alta y derivar una trayectoria de símbolo, factor de forma y una estimación más precisa del tipo de modulación de cada una de las señales constituyentes presentes en la señal con sistema de ventanas 328. El módulo separador 352 puede también determinar la frecuencia de señales constituyentes y el ancho de banda, y un desvío de fase entre cada una de las señales constituyentes (por ejemplo, las señales 122, 124) en la señal con sistema de ventanas 328. Como se utiliza en el presente, el factor de forma puede referirse generalmente a la concentración o distribución de la energía de la señal de una señal constituyente dada (por ejemplo, la señal 122 o la señal 124). En algunas realizaciones, el factor de forma puede ser un espectro coseno elevado a la raíz de la señal con sistema de ventanas 328. El factor de forma puede utilizarse cuando se refiere al dominio de frecuencia de la señal con sistema de ventana 328 mientras la "forma de impulso" puede utilizarse para referirse al dominio de tiempo de la señal con sistema de ventanas 328.

El ART 350 puede además tener un módulo regenerador 354 acoplado de forma operativa al módulo separador 352. El módulo regenerador 354 puede utilizar una trayectoria de símbolo, acoplada con el factor de forma, modulación y desvío de fase de las señales constituyentes para regenerar cada una de las señales constituyentes (por ejemplo, las señales 122, 124). El módulo regenerador 354 puede además utilizar el ancho de banda, desvío de frecuencia, y

la amplitud en la regeneración de las señales constituyentes. En algunas realizaciones, la demodulación de cada una de las señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124) puede completarse simultáneamente o al menos de forma paralela.

5 En algunas realizaciones, si el módulo regenerador 354 produce una versión regenerada de las señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124), el procesador 204 puede determinar cuál de las señales constituyentes es una señal deseada y proteger o aislar y centrarse en la señal deseada (por ejemplo, la señal 122). Por ejemplo, si la señal 122 y la señal 124 son señales constituyentes de la señal con sistema de ventanas 328, el procesador puede seleccionar la señal 122 como la señal deseada y producir una versión libre de interferencias de
10 la señal 122. En algunas realizaciones, la señal de interés (por ejemplo, la señal 122), puede utilizarse para caracterizar el ruido de fondo de la señal compuesta 136. El ruido de fondo puede entonces cancelarse para aumentar el SNR de la señal de interés (por ejemplo, la señal 122).

Si la señal regenerada no es la señal de interés, puede utilizarse para la cancelación de la interferencia. El ART 350
15 puede además tener un módulo de inversión 356 acoplado de forma operativa al módulo regenerador 354. El módulo de inversión 356 puede invertir la señal 122 y sumar la copia invertida de la señal 122 con una copia de la señal digitalizada 322 en un módulo de cancelación 360. Debido al tiempo de procesamiento, la copia de la señal digitalizada 322 puede proporcionarse mediante un módulo de retraso 365. El módulo de cancelación 360 puede corregir la copia invertida de la señal de interferencia para la ganancia y la fase con la señal en bruto 310 para
20 producir una señal libre de interferencias 370. En algunas realizaciones, la señal libre de interferencias 370 puede procesarse de nuevo para reducir aún más cualquier interferencia presente. La señal libre de interferencias 370 puede considerarse una copia de la señal deseada (por ejemplo, la señal 122) o una copia de la señal digitalizada 322 con la señal de interferencia (por ejemplo, la señal 124) cancelada.

25 En algunas realizaciones, el demodulador 300 puede además tener un conversor digital a analógico (D2A) (no mostrado) acoplado con el módulo de cancelación 360 y el módulo regenerador 354 que puede convertir las señales procesadas de vuelta a una señal analógica.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento de separación de señal. Como se muestra, un procedimiento
30 para la separación de la señal ("procedimiento") 400 puede iniciarse en el bloque 402 con la recepción de la señal en bruto 310 (véase la FIG. 3). La señal en bruto 310 puede también ser digitalizada por el módulo de digitalización 320 en el bloque 402. En algunas realizaciones, la señal de interés (por ejemplo, la señal 122, 124) puede solo ocupar una parte del espectro de la señal en bruto 310. Adicionalmente, el sistema de demodulación 300 puede limitar de forma selectiva la cantidad de señal en bruto 310 reconocida para el procesamiento de señal. En el bloque 410, el
35 módulo con sistema de ventanas 325 puede ajustarse el ancho de banda que el sistema de demodulación 300 considera como el ancho de banda de interés. Por ejemplo, la señal en bruto 310 puede ser una hilera grande de frecuencias que contienen no solo las señales de interés (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124) y también varias otras transmisiones no pensadas necesariamente para la estación terrestre 106 u otras transmisiones de interferencia. Por tanto, en el bloque 410, el módulo con sistema de ventana 325 puede limitar por banda la señal en
40 bruto 310 (por ejemplo, la señal con sistema de ventanas 328, FIG. 3) para centrarse en el ancho de banda en el cual se espera recibir la señal 122. En algunas realizaciones, tanto la señal 122 como la señal 124 pueden ser señales de interés, así el módulo con sistema de ventanas 325 puede limitar la banda de la señal en bruto 310 para recibir ambas señales 122, 124. En algunas realizaciones, la señal con sistema de ventanas 328 puede incluir más aparte de las señales 122, 124. En algunas realizaciones, puede conocerse poca o ninguna información en el
45 demodulador 300 sobre la señal 122, la señal 124 o cualquier otra señal de interferencia que se reciba. En algunos casos, sin embargo, al menos un ancho de banda esperado puede conocerse.

Debido al desplazamiento Doppler sobre largas distancias de transmisión desde la estación terrestre 102 o la estación terrestre 104 al satélite 110 y luego a la estación terrestre 106, ciertos retrasos de tiempo o
50 desplazamientos en frecuencia pueden producirse. Por ejemplo, puede esperarse que la señal 124 tenga una frecuencia central de 1,44 MHz (Megahercios) y el ancho de banda de 22 MHz. Dicha señal (por ejemplo, la señal 124) puede desplazarse en tiempo y frecuencia sobre la ruta larga de transmisión, y así llegar a la estación terrestre 106, como una parte de la señal compuesta 136 teniendo una frecuencia central de 1,452 MHz y el ancho de banda de 22,64 MHz como determina el módulo con sistema de ventanas 325. El ancho de banda y la frecuencia central de
55 la señal con sistema de ventanas 328 puede depender adicionalmente de otros factores determinados por, por ejemplo, el procesador 204.

Así, en algunas realizaciones, el módulo con sistema de ventanas 325 puede además ajustar el ancho de banda de la parte recibida del espectro (por ejemplo, la señal en bruto 310) para centrarse en la señal 124. En otra realización, la
60 señal compuesta 136 puede tener una o más señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124). El

módulo con sistema de ventanas 325 puede entonces ajustar el ancho de banda de la señal en bruto recibida 310 para abarcar todas las señales constituyentes (por ejemplo, las señales 122, 124). Como se describe a continuación en conexión con la FIG. 6A, la FIG. 6B y la FIG. 6C, la señal compuesta 136 puede comprender múltiples señales constituyentes 122, 124, superpuestas en frecuencia.

5

En el bloque 420, el detector de interferencias 330 puede elevar a potencia la señal con sistema de ventanas 328. El proceso de elevación a potencia puede incluir la señal con sistema de ventanas 328 a una potencia de n , o multiplicar la señal con sistema de ventanas 328 por sí misma n número de veces hasta que un CW sea el producto de la potencia de n . En algunas realizaciones, la elevación a potencia puede completarse en el dominio de tiempo. El

10

detector de interferencias 330 puede configurarse para realizar dicha operación en pequeños bloques de tiempo en el dominio de tiempo de la señal con sistema de ventanas 328. En algunas realizaciones, esto puede realizarse mediante un software.

En el bloque de decisión 425 el detector de interferencia 330 puede determinar si uno o más CW se producen mediante la elevación a potencia. Si no, el procedimiento 400 puede incrementar n en el bloque 430. El procedimiento 400 puede entonces volver al bloque 420 para de nuevo elevar a potencia la señal con sistema de ventanas 328 a $n+2$ por ejemplo. La elevación a potencia en el bloque 420 puede repetirse hasta que uno o más CW estén presentes.

15

En algunas realizaciones, múltiples señales constituyentes dentro de la señal compuesta 136 (por ejemplo, la señal con sistema de ventanas 328) pueden resultar en más de un producto CW en diferentes potencias de n . Por ejemplo, si la señal 122 se modula usando BPSK, la onda continua puede resultar en $n = 2$. Como otro ejemplo, si la señal 124 se modula usando QPSK entonces la forma de onda CW resultaría a partir de una potencia de $n = 4$. En algunas realizaciones, n es un factor de 2. El índice de potencia n entonces proporciona una indicación del tipo de

20

modulación: 1 = CW; 2 = BPSK; 4 = QPSK, y en para $n = m$. En algunas realizaciones m puede ser un entero múltiplo de dos. Ciertos procesos adicionales pueden requerirse para reducir la ambigüedad entre QPSK y 16QAM, por ejemplo ya que ambos pueden arrojar un CQ en $n = 4$. Esto se describe con más detalle a continuación.

En algunas realizaciones, la señal con sistema de ventanas 328 recibida por el detector de interferencias 330 puede recibirse como una secuencia de datos de símbolos en formato I y Q , donde I representa una coordenada de símbolo en un eje real y Q representa una coordenada de símbolo en un eje imaginario. Los datos I y Q pueden implementarse adicionalmente para representar coordenadas polares de un símbolo dado. Por tanto, una señal compleja puede representarse como $S_C = S_i + S_q$. La señal S_C se eleva a potencia (por ejemplo, se eleva a una potencia n) donde n puede ser, por ejemplo, un múltiplo de dos: $n = 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32$, etc. Los valores de n

30

pueden indicar uno o más tipos de modulación. Los componentes complejos de la señal S_C , $S_i + S_q$ pueden elevarse también a potencia para determinar si el tipo de modulación tiene una amplitud constante. Por ejemplo, en $n = 4$, la modulación puede ser QPSK o QAM. Para reducir la ambigüedad entre los dos tipos, el detector de interferencia 330 puede crear un histograma de vectores de símbolos que representan potencia del símbolo y fase para determinar si existen múltiples estados de potencia y fase dentro de cada cuadrante de I y Q . El histograma

35

puede revelar si la modulación de S_C es QPSK, 8QAM, 16QAM, o 64QAM. En algunas realizaciones, APSK (por ejemplo, 16-APSK o 32-APSK) puede estar presente. Dichas señales pueden asociarse con Retransmisión de vídeo digital - Satélite - Segunda generación (DVB-S2). En algunas otras realizaciones, el detector de interferencias 330 puede distinguir adicionalmente MSK, GMSK, OQPSK y 8PSK entre otros tipos de modulación, como los listados anteriormente en la descripción de la FIG. 1.

40

En el bloque 412, el detector de interferencias 330 puede también derivar una o más frecuencias de símbolo de la una o más señales constituyentes dentro de la señal con sistema de ventanas 328. Como se ha indicado anteriormente, el detector de interferencias 330 puede incluir uno o más ecualizadores adaptativos para usar los resultados de la elevación de la potencia para refinar una o más estimaciones de frecuencia de símbolo que se corresponden a la una o más señales constituyentes. Los ecualizadores adaptativos pueden ejecutarse en un múltiplo de la frecuencia de símbolo estimada para refinar las estimaciones de la frecuencia de símbolo en las frecuencias de símbolo reales que pueden proporcionarse al ART 350. Si en un bloque de decisión 425, el detector de interferencias 330 determina la presencia de uno o más productos CW, el procedimiento continúa al bloque 440. En el bloque 440, el detector de interferencias 330 puede proporcionar la una o más frecuencias de símbolo (desde el bloque 412) y una estimación de modulación basada en el factor de potencia n (desde el bloque 420) a ART 350. El ART 350 puede entonces remuestrear la señal con sistema de ventanas 328 usando el factor de potencia n en X -veces la frecuencia de símbolo (desde el bloque 412). Por tanto, el ART 350 puede remuestrear la señal con sistema de ventanas 328 a una velocidad alta para determinar una trayectoria del símbolo y refinar el tipo de modulación. En la presencia de múltiples señales constituyentes, el ART 350 puede determinar además el desvío de la fase y el

45

desvío de la frecuencia entre las señales constituyentes individuales.

50

desvío de la frecuencia entre las señales constituyentes individuales.

55

desvío de la frecuencia entre las señales constituyentes individuales.

60

En el bloque 450, el ART 350 puede regenerar la señal remuestreada usando la trayectoria y modulación del símbolo determinados anteriormente. Por tanto, el ART 350 puede regenerar una copia de al menos una de la una o más señales constituyentes (por ejemplo, las señales 122, 124).

5

En algunas realizaciones, una única señal constituyente (por ejemplo, la señal 122) es la señal de interés. Por ejemplo, la señal 122 puede ser la señal de interés mientras que la señal 124 es la señal de interferencia. Por tanto, en el bloque de decisión 452, el procesador 204 puede determinar que la señal regenerada en el bloque 450 es la señal de interés (por ejemplo, la señal 122), y proteger la señal regenerada en 454. Como se utiliza en el presente, el término proteger puede referirse generalmente a aislar la señal deseada para una reducción adicional de interferencia y/o demodulación.

Si en un bloque de decisión 452, el procesador 204 determina que la señal regenerada es una señal de interferencia (por ejemplo, la señal 124) y no la señal de interés, el procesador 204 puede proceder a bloquear 455 para cancelar la señal de interferencia desde la señal digitalizada 322. Esta cancelación puede ser iterativa para la señal digitalizada 322 que tiene múltiples señales de interferencia. En algunas realizaciones, el procedimiento 400 puede ser iterativo para refinar adicionalmente las señales regeneradas en el bloque 450.

En el bloque 455, la señal regenerada desde el bloque 450 puede cancelarse desde la señal digitalizada 322 en el bloque 455, tras introducirse la señal digitalizada 322 a través del módulo de retardo 365 en el bloque 460. La cancelación en el bloque 455 puede incluir invertir la copia generada en el bloque 450, corrigiendo la copia para la ganancia y la fase y sumando la copia invertida con la señal digitalizada 322.

En el bloque 465, una señal residual resulta a partir de la combinación de la señal de interferencia invertida y la señal digitalizada 322. La señal residual puede ser una versión de la señal digitalizada 322 teniendo al menos una señal constituyente (por ejemplo, la señal de interferencia) cancelada. En algunas realizaciones esto puede denominarse como ruido de fondo. Esto puede permitir adicionalmente al demodulador 300 caracterizar el ruido de fondo y aumentar el SNR de la señal de interés, la señal 122 por ejemplo.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento de demodulación de multi señal. Un procedimiento 500 puede tener ciertas características similares al procedimiento 400. Por tanto, los números iguales designan características similares y componentes similares.

El procedimiento 500 comienza en el bloque 502 con la recepción de la señal en bruto 310 en el receptor 212. En el bloque 502 la señal en bruto 310 puede digitalizarse adicionalmente por el módulo de digitalización 320 para producir la señal digitalizada 322. En el bloque 510, el módulo con sistema de ventanas 325 puede limitar la banda de la señal digitalizada 322, de forma que la señal con sistema de ventanas 328 incluye la señal o señales de interés, de forma similar al procedimiento 400.

En algunas realizaciones, la señal o señales de interés pueden superponerse en frecuencia. Por tanto, el módulo con sistema de ventanas 325 puede ajustar la señal con sistema de ventanas 328 a un ancho de banda que abarca la señal o señales de interés.

En el bloque 520, el detector de interferencias 330 puede elevar a potencia la señal con sistema de ventanas 328. La elevación a potencia en el bloque 520 multiplica la señal con sistema de ventanas 328 por sí misma n veces para producir una señal CW, similar al bloque 420 del procedimiento 400.

En el bloque de decisión 525 si el índice de potencia actual, n , no produce una señal CW, entonces n se incrementa en el bloque 530 y el procedimiento 500 vuelve al bloque 520 con un índice de potencia incrementado n , similar al procedimiento 400. El índice de potencia n puede incrementarse hasta que se produzca una forma de onda CW para cada señal constituyente dentro de la señal con sistema de ventanas 328. El índice de potencia n proporciona una indicación del tipo de modulación de la señal constituyente. Como se ha descrito previamente, el valor de n puede indicar 2=BPSK; 4=16QAM o QPSK, etc.

En algunas realizaciones, dos o más señales con diferentes tipos de modulación pueden estar presentes. Por tanto, el bloque 420 puede resultar en dos o más valores de n , dependiendo del número de señales constituyentes. En algunas realizaciones, dos o más señales constituyentes pueden tener el mismo tipo de modulación, así el mismo índice de potencia n puede producir múltiples formas de onda CW que se corresponden con las señales constituyentes.

60

En el bloque 512, el detector de interferencias 330 puede además generar una estimación de la frecuencia de símbolo para cada señal constituyente presente en la señal con sistema de ventanas 328 en base a la señal con sistema de ventanas 328 y el índice de potencia usado para generar la forma o formas de onda CW en el bloque 520. El detector de interferencias 330 puede además tener uno o más ecualizadores adaptativos configurados para refinar las estimaciones de frecuencia de símbolo para derivar las frecuencias de símbolo reales para cada una de las señales constituyentes dentro de la señal con sistema de ventanas 328, de forma similar a los procesos descritos en conexión con la FIG. 3.

El procedimiento 500 puede continuar al bloque 540 donde el ART 350 recibe la frecuencia de símbolo real generada en el bloque 512 y el índice de potencia n , generado en el bloque 520. De forma similar a lo anterior, en el bloque 540, la señal con sistema de ventanas 328 se remuestrea usando la modulación (de acuerdo con el índice de potencia n) a x veces la frecuencia de símbolo. La velocidad de remuestreo aumentada, por ejemplo un múltiplo de la frecuencia de símbolo, en el bloque 540, permite al ART 350 generar una trayectoria de símbolo para cada una de las señales constituyentes presentes dentro de la señal con sistema de ventanas 328. Por ejemplo, si tres valores de n se corresponden con tres formas de onda CW a diferentes frecuencias de símbolo y diferentes tipos de modulación, el remuestreo en el bloque 540 puede arrojar cierta información sobre las tres señales constituyentes, indicando una trayectoria de símbolo, factor de forma, ancho de banda, compensación de frecuencia, compensación de fase de las diferentes señales y tipo de modulación. El bloque 540 puede producirse en múltiples instancias simultáneas, de acuerdo con el número de señales constituyentes. Por ejemplo, la FIG. 5 indica tres bloques de remuestreo 540 correspondientes a las múltiples señales (por ejemplo, la señal S_1 , y la señal S_2 hasta la señal S_k , descrita a continuación).

En el bloque 550, el ART 350 puede además generar las señales constituyentes usando una o más de la trayectoria de símbolo, factor de forma, compensación de fase, compensación de frecuencia, ancho de banda y otra información disponible. Las señales regeneradas se etiquetan como señal S_1 , señal S_2 , hasta la señal S_k . La señal S_k indica que más de dos señales hasta un número k de señales pueden regenerarse. En algunas realizaciones, el número k de señales puede procesarse de forma simultánea y así demodularse simultáneamente.

En el bloque 550, las diferentes señales constituyentes regeneradas pueden demodularse (por ejemplo, la señal S_1 , S_2 , S_k). En algunas realizaciones, el ART 350 puede derivar independientemente cada una de las señales constituyentes y demodularlas simultáneamente incluso en presencia de una superposición de frecuencia.

En el bloque de decisión 552, el procesador 204 puede determinar si una o más de las señales regeneradas son las señales deseadas. Por tanto, el procesador 204 puede determinar que la señal de interés (por ejemplo, la señal 122), no ha sido recuperada aún por el procedimiento 500. En algunas realizaciones, esto puede producirse porque la señal de interés (por ejemplo, la señal 122) tiene un bajo nivel de potencia, o un nivel de potencia más bajo que las señales regeneradas $S_1:S_k$. Por ejemplo, el procedimiento 500 puede haber podido aislar una o más señales constituyentes que tienen un nivel de potencia más alto que la señal de interés y determinar que dichas señales son señales de interferencia. Si una o más de las señales regeneradas no es la señal de interés, en el bloque 555 una o más copias invertidas de la una o más señales de interferencia regeneradas pueden proporcionarse al módulo de cancelación 360. En algunas realizaciones, si ninguna de las señales regeneradas en el bloque 550 son la señal deseada, entonces pueden tratarse como señales de interferencia y cancelarse.

El módulo de cancelación 360 puede también tomar como entrada una copia de la señal con sistema de ventanas 328 que es retrasada por el módulo de retardo 365 en el bloque 560. En el bloque 565, una señal residual que tenga una o más señales regeneradas (no señal o señales de interés) canceladas desde él puede producirse. Por tanto, la señal con sistema de ventanas 328 menos las señales de interferencia canceladas en el bloque 555 puede generar la señal deseada (por ejemplo, la señal 122) en el bloque 565.

Si en el bloque de decisión 552, el procesador 204 determina que una o más de las señales regeneradas y demoduladas son señales deseadas, el procedimiento 500 puede pasar al bloque 580. En el bloque 580, el procesador 204 puede entonces proteger la una o más señales deseadas regeneradas. En algunas realizaciones, el procedimiento 500 puede resultar en cualquier número de señales regeneradas. En algunas realizaciones, las señales no deseadas pueden descartarse o ignorarse. En otras realizaciones, las señales no deseadas pueden usarse para refinar la señal deseada mediante la cancelación adaptativa (no mostrado).

En algunas realizaciones, el procedimiento 500 es iterativo. Cada iteración del procedimiento 500 puede proporcionar regeneraciones sucesivas más precisas de las señales constituyentes (por ejemplo, las señales 122, 124). Como se muestra en las FIG. 6A a la FIG. 6C, la demodulación de múltiples señales superpuestas puede conseguirse con una superposición significativa o incluso total en la frecuencia.

Por tanto, al usar el procedimiento de cancelación de interferencias descrito anteriormente, pueden superponerse múltiples señales en la frecuencia, maximizando el uso del espectro de frecuencia disponible.

5 Las FIG. 6A, FIG. 6B y FIG. 6C que siguen son gráficos de posibles formas en que las señales pueden superponerse y transmitirse al tiempo que se mantienen calidades distintivas suficientes de forma que puedan separarse y demodularse como se describe en el presente. Al superponer dos o más señales (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124) en frecuencia, un enlace de comunicación (por ejemplo, el sistema de comunicación 100) puede hacer un uso más eficiente del espectro de frecuencia disponible y aumentar la producción de datos.

10

Como se ha mencionado anteriormente, la suma de dos o más de las señales moduladas 122, 124 pueden formar una modulación distinta. En algunas realizaciones, las señales combinadas pueden interferirse mutuamente. Para un grado dado de interferencia o contaminación sonora de un canal de comunicación (por ejemplo, en el sistema de comunicaciones 100), es posible comunicar datos específicos (información digital) de forma casi libre de errores hasta un índice máximo computable a través del canal. Dicho máximo puede computarse usando el teorema de Shannon. Como se aplica en las frecuencias superpuestas como se describe en el presente, el teorema de Shannon muestra que un cambio en la proporción de señal a ruido de las señales moduladas 122, 124, depende de la técnica de modulación propuesta para cada una de las señales 122, 124 y su energía requerida subyacente por proporción de densidad espectral de potencia bit a ruido ($E_s N_0$). Este valor también puede expresarse como proporción señal a ruido (SNR) por bit, o como medición SNR normalizada de las señales individuales 122, 124. En algunas realizaciones, dichos cálculos pueden ser útiles para derivar una superposición máxima y un ancho de banda o tipo de modulación óptimos cuando se transmiten señales superpuestas. En algunas otras realizaciones, dichos cálculos pueden ser además útiles en las técnicas de separación, regeneración y demodulación para las señales superpuestas, como se describe en el presente.

25

La FIG. 6A es un gráfico de dos señales superpuestas en frecuencia que pueden separarse usando los procedimientos de la FIG. 4 y la FIG. 5. Un gráfico 600 se muestra con amplitud en el eje vertical (y) frente a la frecuencia (f) en el eje horizontal (x). El gráfico 600 muestra una realización de dos señales como la señal 122 (delimitada con líneas discontinuas) y la señal 124 (delimitada mediante líneas continuas) que pueden superponerse en frecuencia y ser demoduladas por el ART 350. En una realización, la señal 122 y la señal 124 pueden tener el mismo ancho de banda 605. La señal 122 puede tener una frecuencia central 602 y la señal 124 puede tener una frecuencia central 612. Una diferencia entre las frecuencias centrales 602, 612 puede generalmente ser denominada en el presente como compensación de fase 610.

35 En una realización, el ART 350 puede distinguir la señal 122 de la señal 124 durante el remuestreo (por ejemplo, los bloques 450, 550) en parte debido a la frecuencia de muestreo aumentada usada por el módulo de separación 352. Aunque la señal 122 y la señal 124 solo están compensadas ligeramente por la compensación de fase 610, la alta frecuencia de remuestreo (por ejemplo, x veces la frecuencia de símbolo) permite al ART 350 distinguir entre múltiples señales con solo ligeras variaciones en la frecuencia central, amplitud o ancho de banda.

40

Por ejemplo, la compensación de fase 610 puede ser un resultado del desplazamiento de fase entre la señal 122 y la señal 124. Por tanto, si la señal 122 y la señal 124 están ambas moduladas con QPSK con una compensación de fase 610 de 45 grados ($\pi/4$ radianes), las constelaciones QPSK de cada señal 122, 124 aparecerán con un desplazamiento en fase de 45 grados; el ART 350 puede entonces distinguir la señal 122 de la señal 124 usando la trayectoria del símbolo y el factor de forma de la señal 122 y la señal 124 para regenerar y demodular ambas señales 122, 124. En algunas realizaciones, el sistema 300 puede ser capaz de separar, regenerar y demodular más de dos señales a la vez.

50 La FIG. 6B es otro gráfico de dos señales superpuestas en frecuencia que pueden separarse usando los procedimientos de la FIG. 4 y la FIG. 5. Un gráfico 630 se muestra con amplitud en el eje vertical (y) frente a la frecuencia (f) en el eje horizontal (x). El gráfico 630 además muestra la señal 122 (delimitada con líneas discontinuas) y la señal 124 (delimitada con líneas continuas) con el mismo ancho de banda 605 que antes. La diferencia entre el gráfico 600 y el gráfico 630, sin embargo, es que en el gráfico 630, las señales 122, 124 están completamente superpuestas en frecuencia, teniendo ambas una frecuencia central 632. El gráfico 630 también muestra una diferencia en amplitud 635. La diferencia en amplitud 635 indica que mientras las señal 122 y la señal 124 comparten el mismo ancho de banda 605 y la misma frecuencia central 632, la diferencia en amplitud 635 (por ejemplo, un nivel de potencia o fuerza de señal recibida) puede ser suficiente para distinguir las señales 122, 124 usando el procedimiento 400 y el procedimiento 500 descrito en el presente. Por tanto, el ART 350 puede separar, regenerar y demodular dos o más frecuencias con el mismo ancho de banda 605 y la misma frecuencia central 632 cuando hay una diferencia en amplitud 635.

60

- La FIG. 6C es otro gráfico de dos señales superpuestas en frecuencia que pueden separarse usando los procedimientos de la FIG. 4 y la FIG. 5. Un gráfico 660 se muestra con amplitud en el eje vertical (y) frente a la frecuencia (f) en el eje horizontal (x). El gráfico 660 además muestra la señal 122 (delimitada con líneas discontinuas) y la señal 124 (delimitada con líneas continuas) con la misma frecuencia central 662 y la misma amplitud 664. El gráfico 660 además muestra la señal 122 con un ancho de banda 665 y la señal 124 teniendo un ancho de banda 675. La diferencia en ancho de banda entre la señal 122 y la señal 124 puede ser suficiente para permitir al ART 350 separar, regenerar y demodular las señales 122, 124.
- 10 La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de separación y demodulación de señales superpuestas. Un procedimiento 700 comienza en el bloque 710 cuando una estación terrestre (por ejemplo, la estación terrestre 106 de la FIG. 1) recibe una entrada (por ejemplo, la señal en bruto 310) que tiene dos o más señales constituyentes. En algunas realizaciones, las dos o más señales constituyentes (por ejemplo la señal 122 y la señal 124) pueden ser señales de interés. En algunas otras realizaciones la entrada puede tener una o más señales de interferencia.
- 15 En el bloque 720, el demodulador 300 puede detectar ciertas señales de interferencia dentro de una parte de la entrada (por ejemplo, la señal con sistema de ventanas 328). El detector de interferencias 330 puede derivar una frecuencia de símbolo para las dos o más señales constituyentes 122, 124, dentro de la señal con sistema de ventana 328. El detector de interferencias 330 puede también derivar una estimación de modulación mediante una elevación a potencia de la señal con sistema de ventanas 328 (por ejemplo, potencia de n). Las formas de onda CW que resultan de la elevación a potencia (por ejemplo, la potencia de n), pueden usarse para determinar la compensación de fase, la compensación de frecuencia y el retardo de tiempo.
- 20 En el bloque 730, uno o más ecualizadores adaptativos pueden aplicarse a la señal con sistema de ventanas 328 a X veces la frecuencia de símbolo de las señales constituyentes individuales 122, 124, para determinar la trayectoria del símbolo, el factor de forma, la compensación de fase, la compensación de frecuencia y el tipo de modulación de la señal 122 y la señal 124.
- En el bloque 740, el demodulador 300 y más específicamente el ART 350 pueden regenerar las señales constituyentes (por ejemplo, la señal 122 y la señal 124) en base a uno o más del ancho de banda, trayectoria de símbolo, factor de forma, tipo de modulación, compensación de fase y compensación de frecuencia.
- 30 En el bloque de decisión 745, el procesador 204 puede determinar si las señales regeneradas son señales de interés. Si las señales regeneradas son señales de interés, el procedimiento 700 puede proceder al bloque 750.
- 35 En el bloque 750, el demodulador 300 puede demodular cada una de las señales constituyentes. En algunas realizaciones, las señales constituyentes pueden demodularse simultáneamente. En algunas otras realizaciones, la regeneración adaptativa como se describe en el procedimiento 700 puede producirse de forma independiente al retardo de tiempo. Debido a la ecualización adaptativa y al remuestreo a X veces la frecuencia de símbolo, puede generarse una estimación más precisa de las señales constituyentes a una frecuencia más rápida que solo mediante la cancelación de la interferencia. En algunas realizaciones, los pasos indicados en el bloque 710, bloque 720 y bloque 730 pueden ejecutarse en software. En algunas realizaciones, los pasos indicados en el bloque 740 y bloque 750 pueden ejecutarse en firmware.
- 45 Si en el bloque de decisión 745, las señales no son señales de interés, las señales regeneradas (por ejemplo, el bloque 740) puede considerarse señales de interferencia. Por tanto, en el bloque 760, el demodulador 300 (FIG. 3) puede cancelar las señales de interferencia de la señal con sistema de ventanas 328. El procedimiento 700 puede entonces proceder al bloque 750 y producir al menos una señal de interés.
- 50 En algunas realizaciones, el procedimiento 700 puede repetirse o iterarse según sea necesario para demodular o separar las señales constituyentes. El procedimiento 700 puede combinarse con el procedimiento 400 y el procedimiento 500 para efectuar la cancelación de interferencias adicional cancelando una o más señales constituyentes desde la copia retrasada en el tiempo de la señal en bruto para determinar una señal residual (por ejemplo, el bloque 565 de la FIG. 5) y volver a procesar la señal residual usando el procedimiento 700.
- 55 Los diferentes bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos descritos en conexión con las realizaciones descritas en el presente pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o una combinación de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito diferentes componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos anteriormente generalmente en términos de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación concreta
- 60

y las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes formas para cada aplicación particular, pero dichas decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de una desviación del alcance de la presente invención.

- 5 Las técnicas descritas en el presente pueden implementarse en hardware, software, firmware o una combinación de los mismos. Dichas técnicas pueden implementarse en cualquiera de una variedad de dispositivos como ordenadores de uso general, dispositivos móviles de comunicación inalámbrica, o dispositivos con circuito integrado que tengan múltiples usos, incluyendo la aplicación en dispositivos móviles para la comunicación inalámbrica y otros dispositivos. Cualquier característica descrita como módulos o componentes puede implementarse juntos en un
- 10 dispositivo lógico o de forma independiente como dispositivos lógicos específicos pero interoperables. Si se implementa en software, las técnicas pueden ser llevadas a cabo al menos en parte por un medio de almacenamiento de datos legible por ordenador que comprende el código del programa incluyendo instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan uno o más de los procedimientos descritos anteriormente. El medio de almacenamiento de datos legible por ordenador puede formar parte de un programa informático, que puede incluir
- 15 materiales de empaquetamiento. El medio legible por ordenador puede comprender memoria o medio de almacenamiento de datos, como memoria de acceso aleatorio (RAM), como memoria de acceso aleatorio dinámico síncrono (SDRAM), memoria solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), memoria solo lectura programable borrable eléctricamente (EEPROM), memoria FLASH, medio de almacenamiento de datos magnético u óptico y similares. Las técnicas adicionalmente, o alternativamente, pueden llevarse a cabo al menos en
- 20 parte por un medio de comunicación legible por ordenador que lleva o se comunica con un código de programa en forma de instrucciones o estructuras de datos y que pueden ser accedidas, leídas y/o ejecutadas por un ordenador, como señales u ondas propagadas.

- El código del programa puede ejecutarse por un procesador, que puede incluir uno o más procesadores, como uno o
- 25 más procesadores de señal digital (DSP), microprocesadores de uso general, circuitos integrados específicos para una aplicación (ASIC), matriz de puertas programables (FPGA), u otro circuito lógico integrado o específico equivalente, como se describe en conexión con la FIG. 2. Dicho procesador puede configurarse para realizar cualquiera de las técnicas descritas en esta descripción. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador; pero en la alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador,
- 30 microcontrolador, o máquina de estado. Un procesador puede implementarse también como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración. Por tanto, el término "procesador" como se utiliza en el presente, puede referirse a cualquiera de las anteriores estructuras, a cualquier combinación de las anteriores estructuras, o cualquier otra estructura o aparato adecuado
- 35 para la implementación de las técnicas descritas en el presente. Además, en algunos aspectos, la funcionalidad descrita en el presente puede proporcionarse dentro de módulos de software dedicados o módulos de hardware configurado para codificar y decodificar, o incorporados en un codificador-decodificador combinado (CODEC).

- Aunque las realizaciones de la invención se han descrito anteriormente para una realización concreta, son posibles
- 40 muchas variaciones de la invención. Por ejemplo, los números de varios componentes pueden aumentarse o reducirse, los módulos y pasos que determinan una tensión de alimentación pueden modificarse para determinar una frecuencia, otro parámetro del sistema o una combinación de los parámetros. Adicionalmente, las características de las diferentes realizaciones pueden combinarse en combinaciones que difieren de las descritas anteriormente.

- 45 Aquellos expertos en la técnica apreciarán que los diferentes bloques y módulos ilustrativos descritos en conexión con la realización descrita en el presente pueden implementarse de diferentes formas. Algunos bloques y módulos han sido descritos anteriormente de forma general en términos de su funcionalidad. Cómo se implementa dicha funcionalidad depende de las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes formas para cada aplicación particular, pero dichas
- 50 decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de una desviación del alcance de la invención. Además, la agrupación de funciones dentro de un módulo, bloque o paso es para facilitar su descripción. Las funciones o pasos específicos pueden moverse desde un módulo o bloque o distribuirse entre módulos o bloques sin apartarse de la invención.

- 55 La descripción anterior de la realización descrita se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer o usar la invención. Diferentes modificaciones a estas realizaciones serán fácilmente aparentes para aquellos expertos en la técnica, y los principios genéricos descritos en el presente pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención. Así, debe comprenderse que la descripción y los dibujos presentados en el presente representan una implementación actualmente preferida de la invención y son por tanto
- 60 representativos del objeto contemplado ampliamente por la presente invención. También se comprende que el

alcance de la presente invención abarca por completo otras realizaciones que pueden volverse obvias para aquellos expertos en la técnica, y que el alcance de la presente invención está por tanto limitada a ninguna otra cosa distinta a las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (200) para la demodulación de múltiples señales deseadas recibidas, comprendiendo:
 - 5 un receptor (212) configurado para recibir una señal compuesta, la señal compuesta teniendo una primera señal y una segunda señal, la primera señal superpuesta a la segunda señal, tanto la primera señal como la segunda señal siendo señales deseadas; y
 - al menos un procesador (204) configurado para:
 - elevar a potencia la señal compuesta n-veces hasta que una primera potencia de n dé como resultado una primera
 - 10 onda continua correspondiente a la primera señal, y una segunda potencia de n dé como resultado una segunda onda continua correspondiente a la segunda señal, la primera potencia de n correspondiente a una estimación de modulación para la primera señal, y la segunda potencia de n correspondiente a una estimación de modulación para la segunda señal;
 - derivar al menos una frecuencia de símbolo correspondiente con la primera señal en base a la primera potencia de n
 - 15 y la segunda potencia de n;
 - re-muestrear la señal compuesta en base la estimación de modulación a x-veces la al menos una frecuencia de símbolo para determinar al menos una trayectoria de símbolo, al menos un tipo de modulación, e información de compensación entre la primera señal constituyente y la segunda señal constituyente;
 - regenerar la primera señal y la segunda señal en base a al menos un tipo de modulación, la al menos una trayectoria
 - 20 del símbolo y la información de compensación; y
 - producir la primera señal de forma simultánea con la segunda señal.

2. El aparato (200) de la reivindicación 1, donde la señal compuesta comprende una tercera señal y donde el procesador se configura adicionalmente para demodular la tercera señal con la primera señal y la segunda
- 25 señal.

3. El aparato (200) de la reivindicación 1, donde la primera potencia de n y la segunda potencia de n tienen valores diferentes, la primera potencia de n correspondiente a un primer tipo de modulación y la segunda potencia de n correspondiente a un segundo tipo de modulación.
- 30

4. El aparato (200) de la reivindicación 1, donde la información de compensación comprende una compensación de fase y una compensación de frecuencia entre la primera señal y la segunda señal.

5. El aparato (200) de la reivindicación 2, donde la compensación de fase y la compensación de
- 35 frecuencia entre la primera señal y la segunda señal cada una es igual a cero.

6. El aparato (200) de la reivindicación 2, donde la primera señal y la segunda señal tienen el mismo ancho de banda y la compensación de fase entre la primera señal y la segunda señal es igual a cero.

- 40 7. El aparato (200) de la reivindicación 2, donde la primera señal y la segunda señal tienen la misma amplitud y la compensación de frecuencia entre la primera señal y la segunda señal cada una es igual a cero.

8. El aparato (200) de la reivindicación 1 además comprende una unidad con sistema de ventanas para corregir la parte limitada de ancho de banda en base a una frecuencia central y un ancho de banda de una
- 45 combinación de la primera señal y la segunda señal.

9. El aparato (200) de la reivindicación 1, donde n es igual a dos.

10. El aparato (200) de la reivindicación 1, donde n es un múltiplo de dos.
- 50

11. Un procedimiento para demodular múltiples señales deseadas recibidas, comprendiendo:
 - recibir una señal compuesta, la señal compuesta teniendo una primera señal y una segunda señal, la primera señal superpuesta a la segunda señal, tanto la primera señal como la segunda señal siendo señales deseadas;
 - 55 elevar a potencia la señal compuesta n-veces hasta que una primera potencia de n dé como resultado una primera onda continua correspondiente a la primera señal, y una segunda potencia de n dé como resultado una segunda onda continua correspondiente a la segunda señal, la primera potencia de n correspondiente a una estimación de modulación para la primera señal, y la segunda potencia de n correspondiente a una estimación de modulación para la segunda señal;
 - 60 derivar una frecuencia de símbolo de la señal compuesta correspondiente a al menos una de la primera señal y la

segunda señal;

re-muestrear la señal compuesta en base la estimación de modulación a x-veces la estimación de frecuencia de símbolo para determinar una trayectoria de símbolo, un tipo de modulación, e información de compensación entre la primera señal constituyente y la segunda señal;

5 regenerar la primera señal y la segunda señal en base al tipo de modulación, la trayectoria del símbolo, el factor de forma y la información de compensación; y
producir la primera señal y la segunda señal.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, comprendiendo además recibir la señal compuesta que
10 comprende una tercera señal; y demodular la tercera señal con la primera señal y la segunda señal.

13. El procedimiento de la reivindicación 11, elevando la señal compuesta hasta que la primera potencia
de n arroje una onda continua a un primer valor de n y la segunda potencia de n arroje una onda continua a un
segundo valor de n que es diferente del primer valor de n, el primer valor de n y el segundo valor de n
15 correspondientes a un tipo de modulación diferente.

14. El procedimiento de la reivindicación 11, donde la información de compensación comprende al menos
una compensación de fase, una compensación de frecuencia y un retardo de tiempo entre la primera señal y la
segunda señal.

20 15. El procedimiento de la reivindicación 11 además comprende corregir la señal compuesta en base a
una frecuencia central y un ancho de banda de una combinación de la primera señal y la segunda señal.

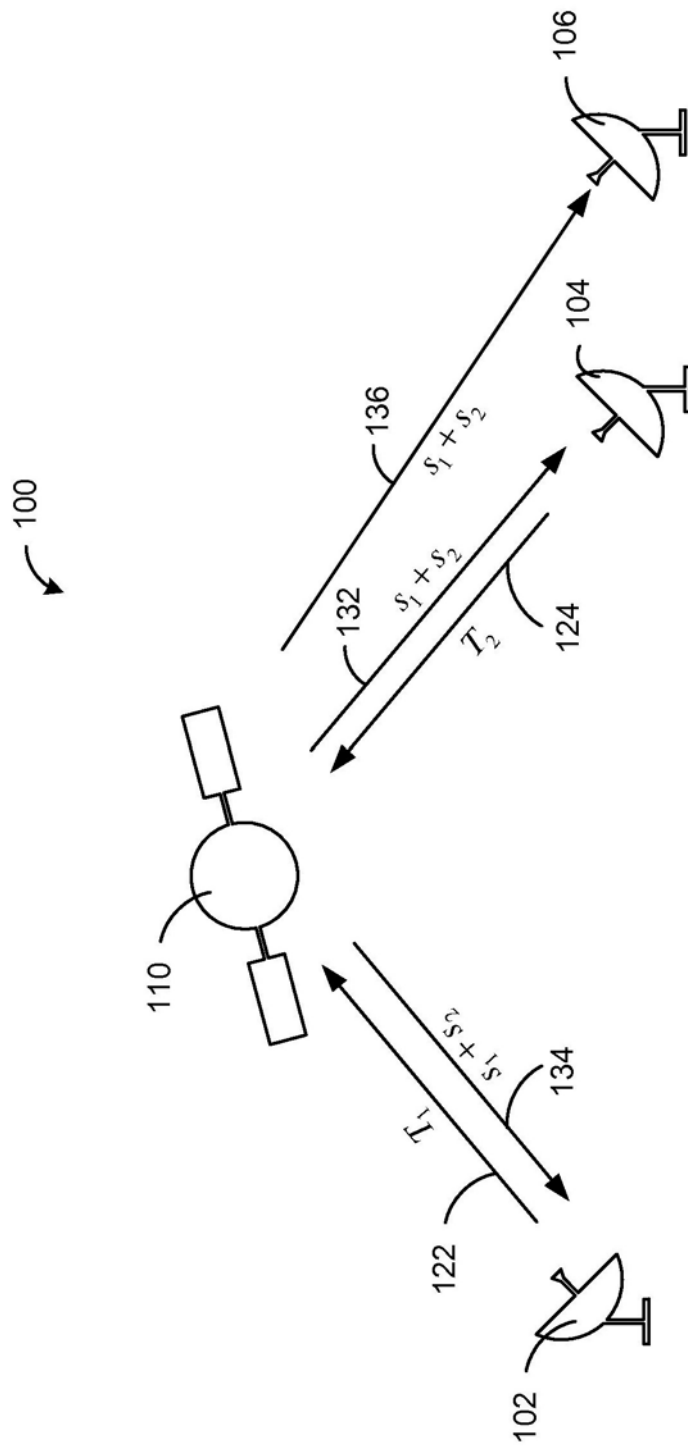


FIG. 1

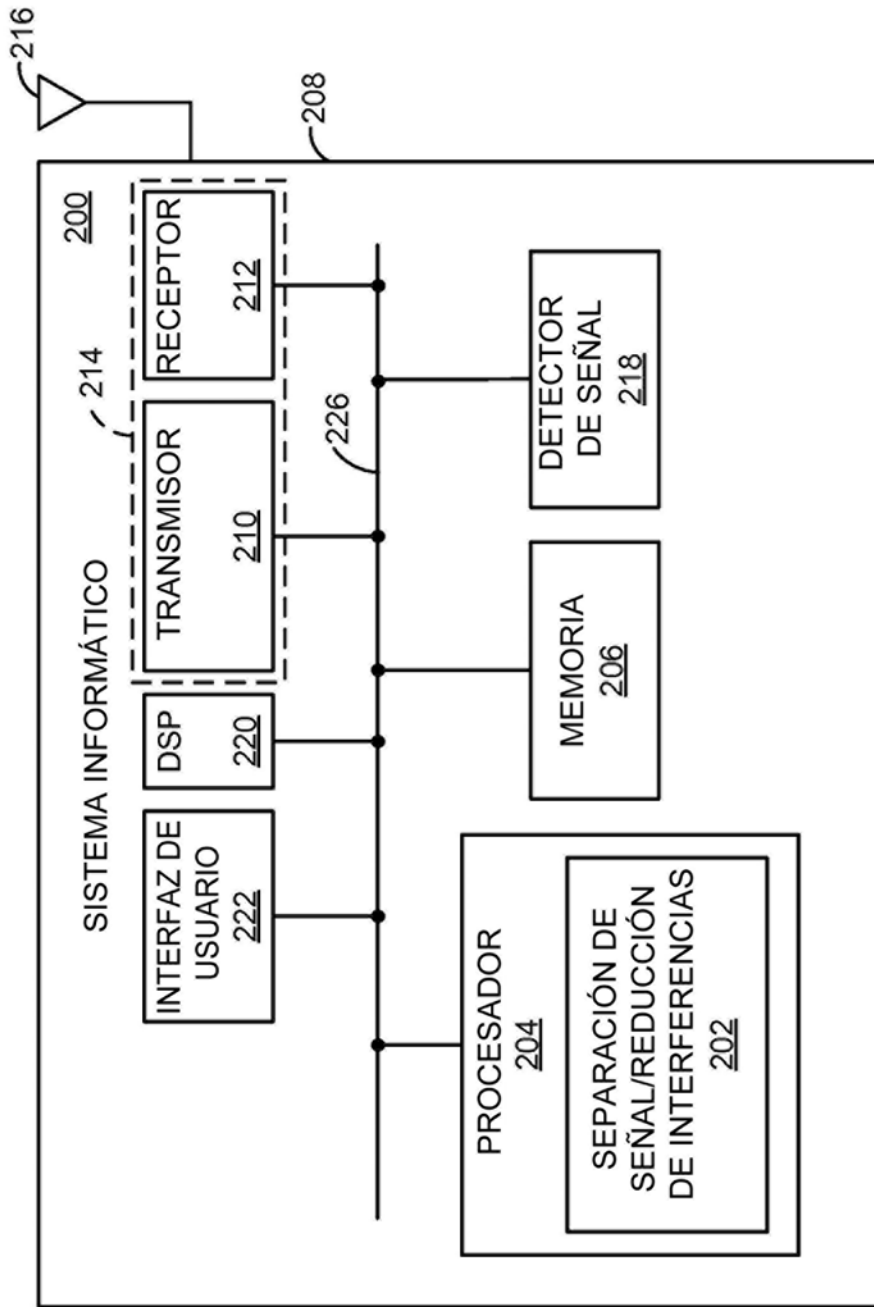


FIG. 2

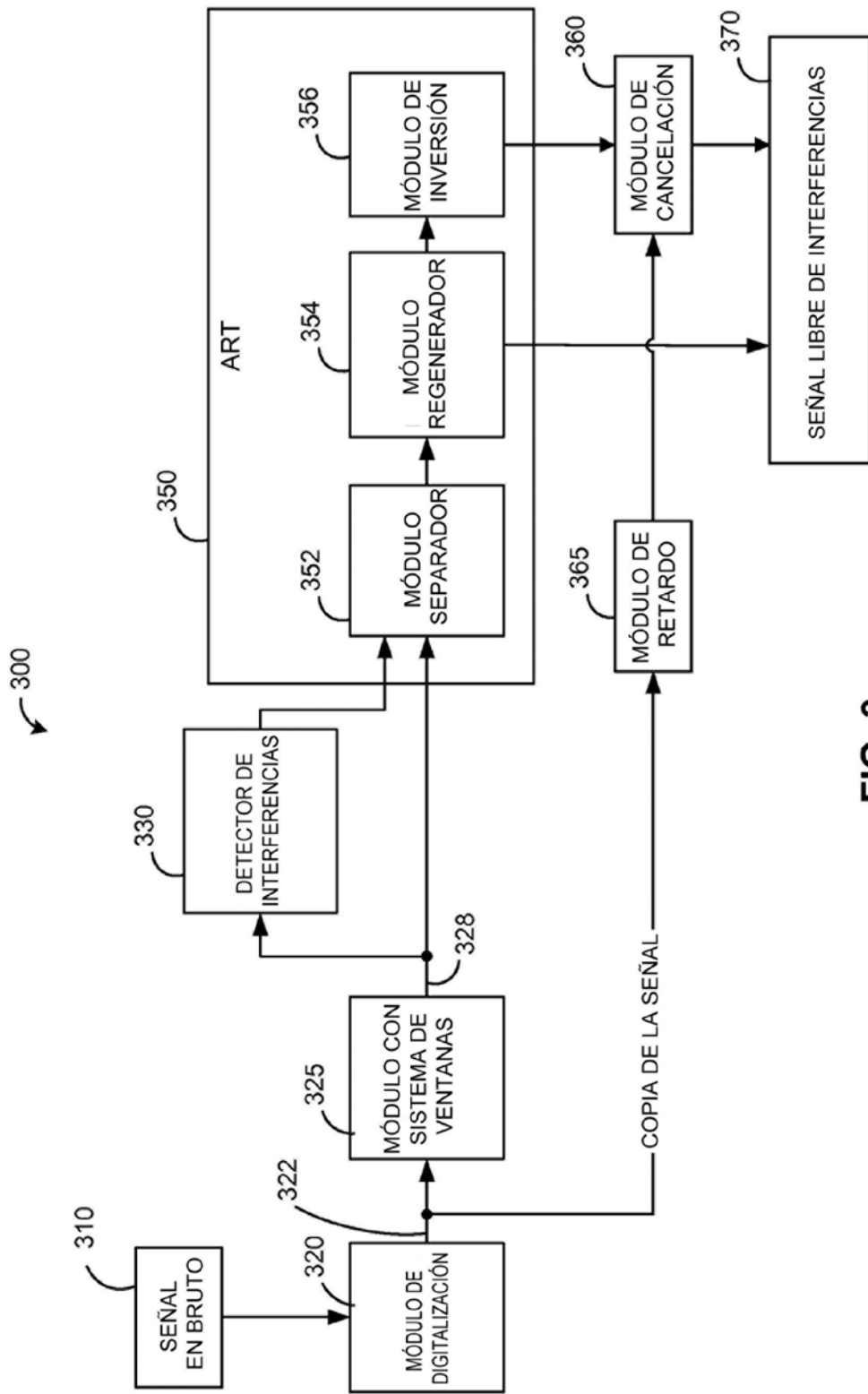


FIG. 3

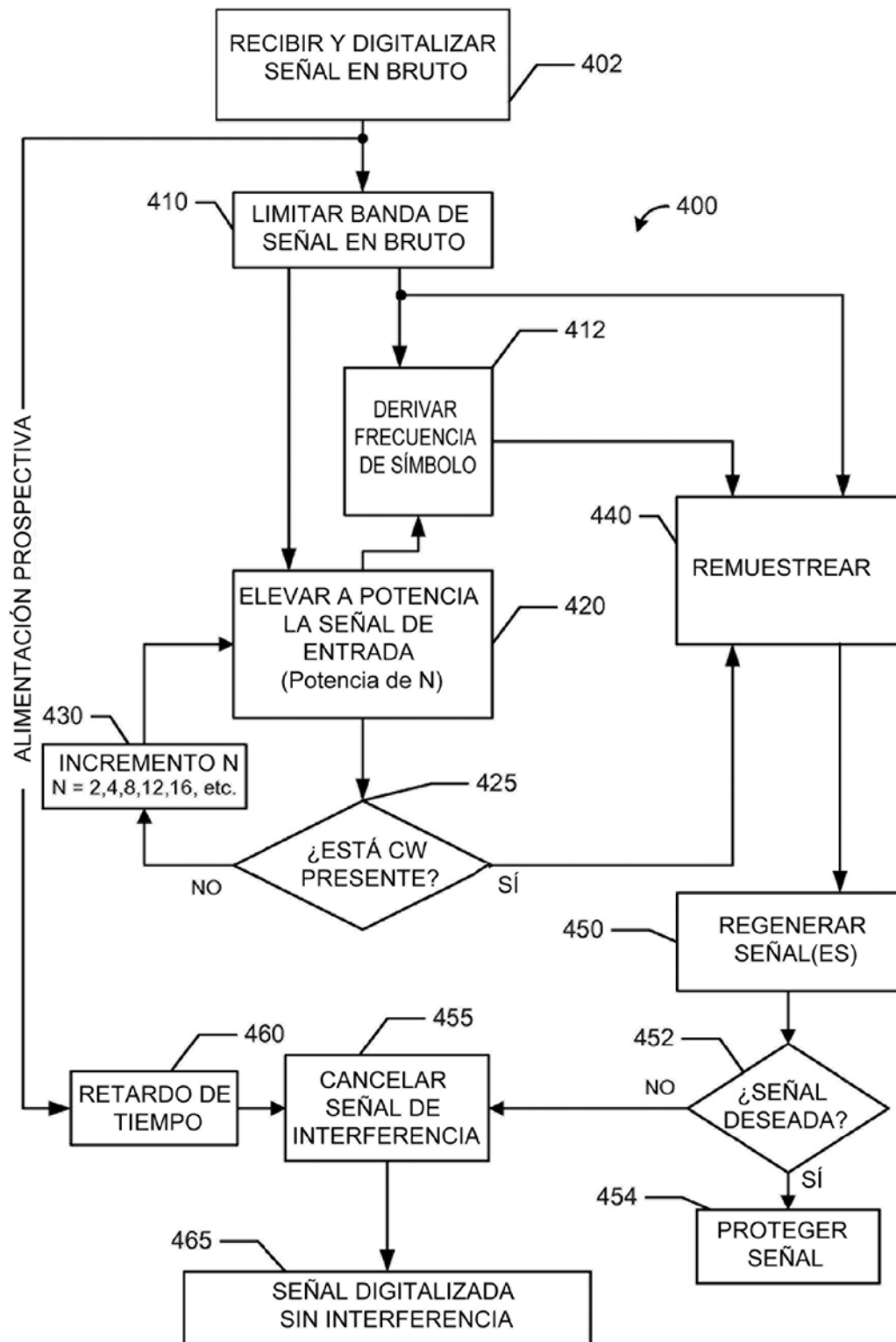


FIG. 4

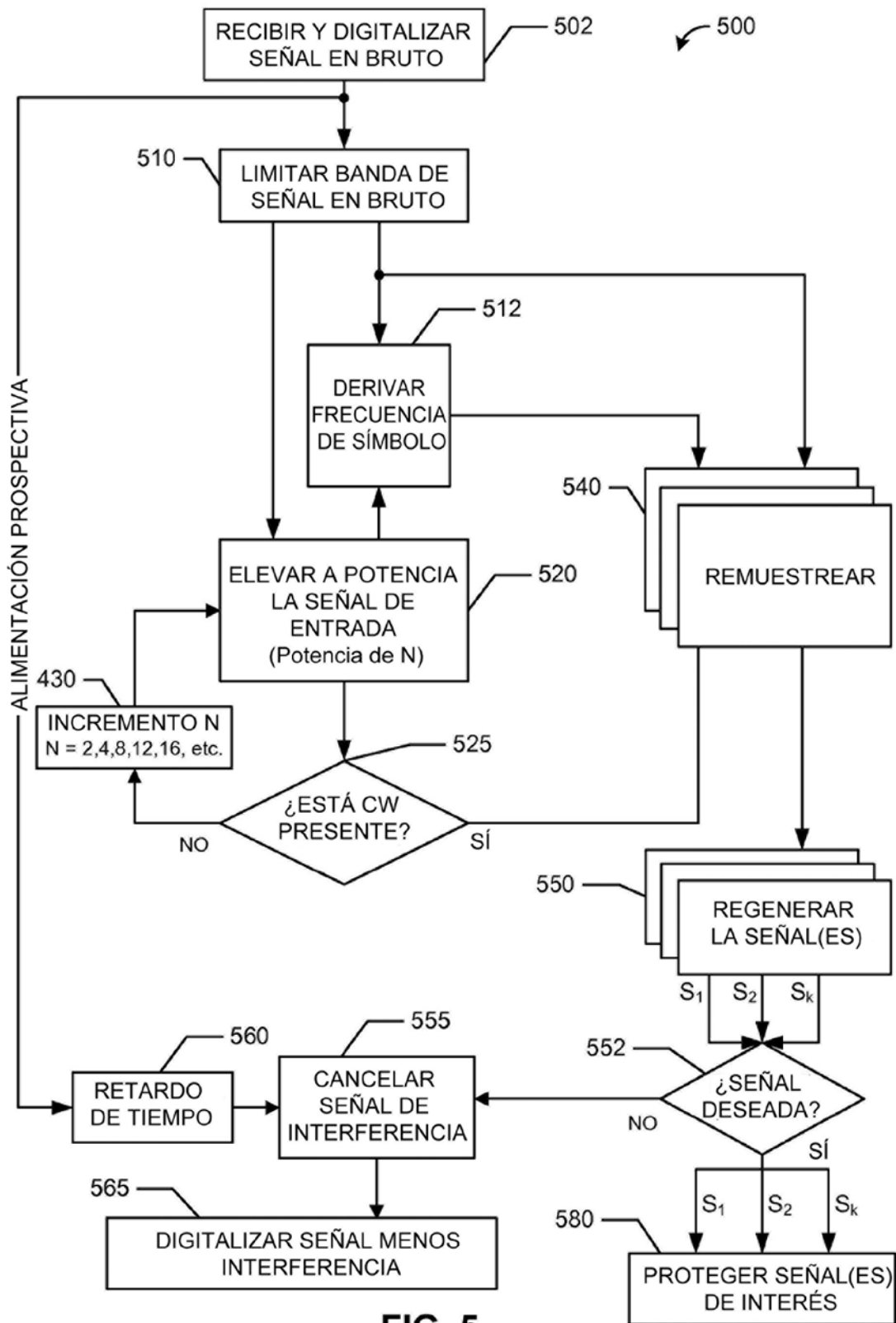


FIG. 5

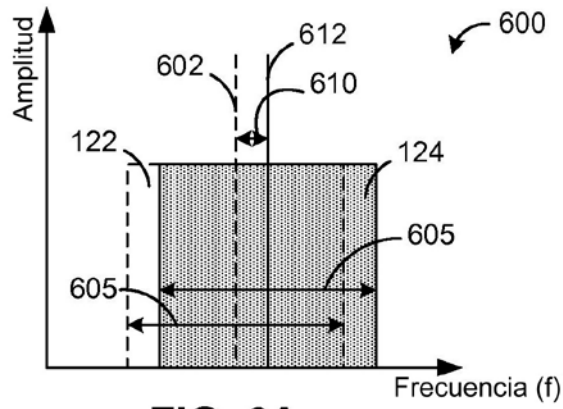


FIG. 6A

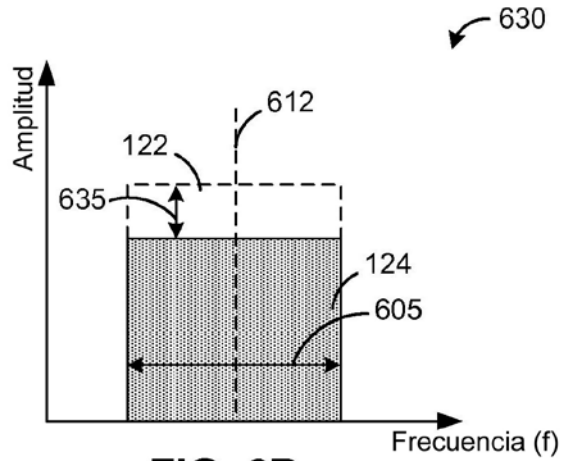


FIG. 6B

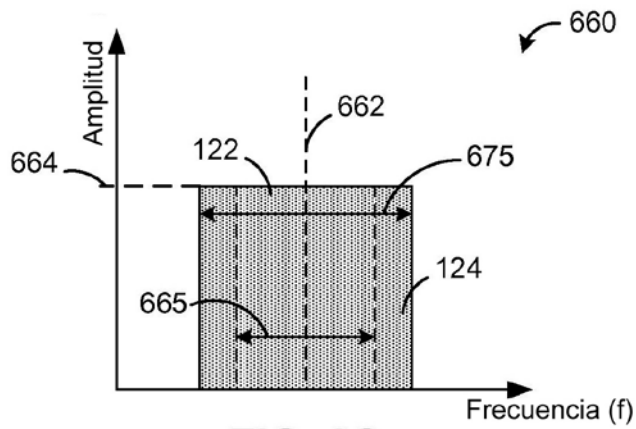


FIG. 6C

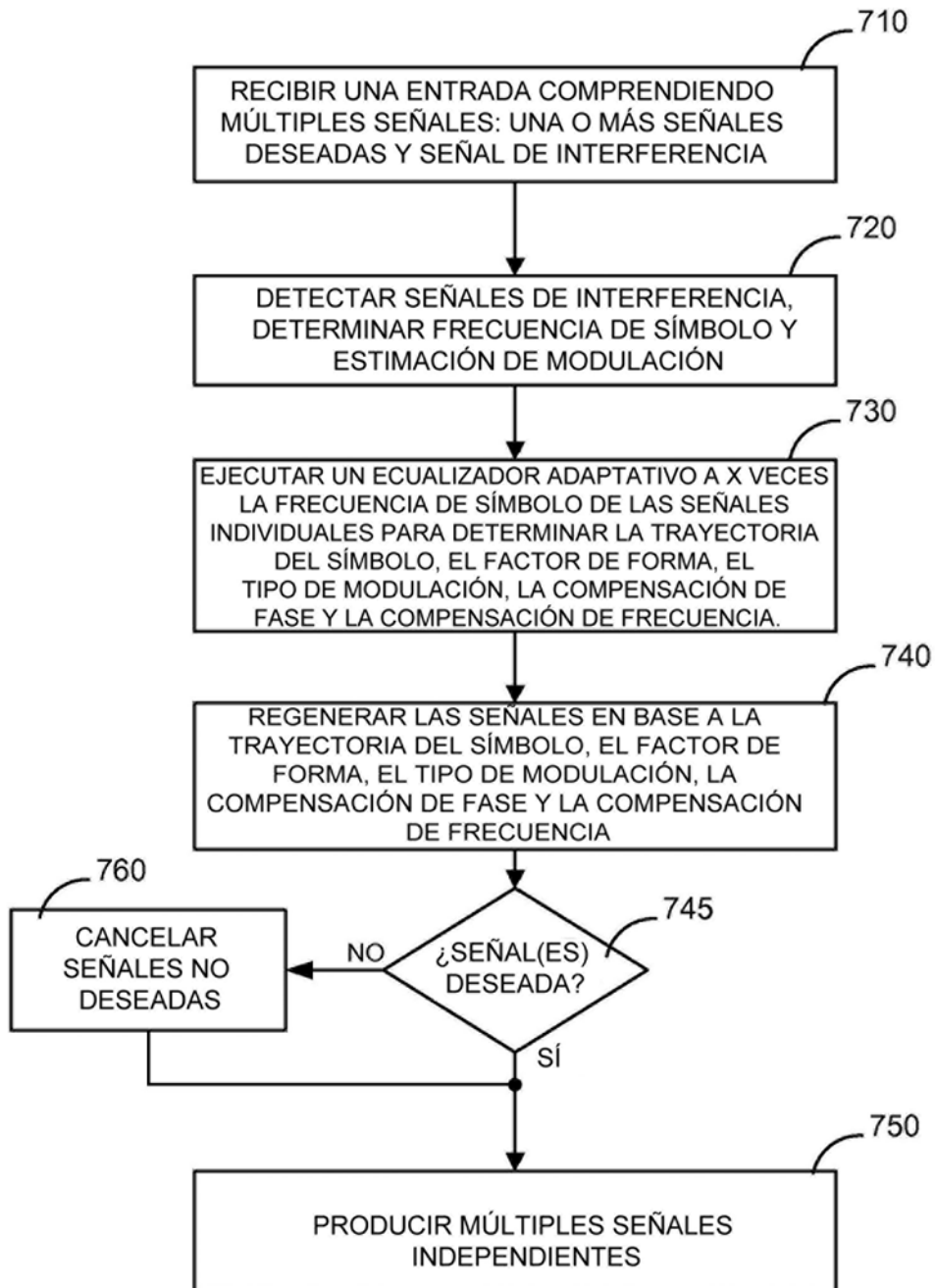


FIG. 7