

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 139**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/00** (2006.01)

**H04B 1/74** (2006.01)

**H04B 1/04** (2006.01)

**H04L 25/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2012 PCT/US2012/054472**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13039837**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2012 E 12831502 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2756645**

54 Título: **Protección de transmisor eficaz de radios completamente de exterior**

30 Prioridad:  
**12.09.2011 US 201161533710 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.05.2017**

73 Titular/es:  
**ZTE USA, INC. (100.0%)  
2425 N. Central Expressway, Suite 600  
Richardson, TX 75080, US**

72 Inventor/es:  
**SHEN, YING y  
KOCHEKOV, ANDREY**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 613 139 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

Protección de transmisor eficaz de radios completamente de exterior

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general al campo de redes de telecomunicación y, en particular, al campo de protección de transmisor eficaz sin impacto de radios completamente de exterior.

10 **Antecedentes**

En las redes de enlace de retroceso de radio típicas como se muestra en la Figuras 1 y 2, dos unidades de radio completamente de exterior, una unidad de funcionamiento (11 en la Figura 1 o 21 en la Figura 2) y una unidad de protección (12 en la Figura 1 o 22 en la Figura 2), se despliegan en una configuración redundante (1+1) para proteger frente a fallo de hardware, incluyendo fallo de módulo de transmisor. Obsérvese que la unidad de funcionamiento (11 o 21) y la unidad de protección (12 o 22) pueden estar conectadas a la misma antena como se muestra en la Figura 1 o pueden usar dos antenas separadas como se muestra en la Figura 2. El último caso tiene el beneficio añadido de proteger frente a desvanecimiento de trayectoria selectiva en la dirección de recepción. Para fines de ilustración, las dos figuras representan únicamente componentes relevantes para la protección del módulo de transmisor. En ambos casos, el tráfico de datos de cliente se recibe mediante la interfaz de datos digital (113 o 213) en la unidad de radio de funcionamiento (11 o 21) y a continuación se transmite a los módems tanto en la unidad de radio de funcionamiento (11 o 21) como la unidad de radio de protección (12 o 22). En otras palabras, la unidad de funcionamiento (11 o 21) es una unidad que recibe el tráfico de datos de cliente directamente desde el equipo del usuario, y cuyo transmisor está en línea cuando no hay fallo. La unidad de protección (12 o 22) no recibe el tráfico de datos de cliente directamente desde el equipo del usuario. En su lugar, la unidad de protección (12 o 22) recibe el tráfico de datos de cliente desde la unidad de funcionamiento (11 o 21) mediante la interfaz de protección (112 o 212) en la unidad de funcionamiento (11 o 21), un cable interconecta entre las dos unidades, y la interfaz de protección (122 o 222) en la unidad de protección (12 o 22). En el caso de un fallo detectado en el transmisor (115 o 215) en la unidad de funcionamiento (11 o 21), que se bloqueará en consecuencia, el transmisor (125 o 225) en la unidad de protección (12 o 22) se desbloqueará. Cuando esto tiene lugar, la unidad de protección (12 o 22) aún recibe el tráfico de datos de cliente desde la unidad de funcionamiento (11 o 21) mediante la interconexión de cable como se ha descrito anteriormente.

Usando la configuración redundante (1+1) en la Figura 1 como un ejemplo, aunque la señal de salida que lleva el mismo tráfico de datos está conectada a ambos transmisores 115 y 125, únicamente uno de los dos transmisores, el transmisor 115 en la unidad de radio de funcionamiento 11 o el transmisor 125 en la unidad de protección 12, está en línea cuando no hay fallo. El transmisor 125 en la unidad de radio de protección 12 está bloqueado (como se indica mediante el símbolo "X" 125-9). Cuando la lógica de control de radio detecta fallo del transmisor en línea 115 en la unidad de radio de funcionamiento 11, bloquea el transmisor fallido 115 y desbloquea el transmisor 125 en la unidad de radio de protección 12, para restaurar el flujo de tráfico de datos de cliente. Como tal, cada una de las dos unidades que participan puede designarse como una unidad de funcionamiento o una unidad de protección. Las líneas discontinuas en las Figuras 1 y 2 representan las conexiones que no están llevando el tráfico de datos de cliente en el momento, pero pueden llevar el tráfico de datos de cliente si las definiciones de las unidades de funcionamiento y de protección están invertidas.

45 El documento US 2009/0186585 A1 desvela un enlace de comunicación inalámbrico multi-modo.

Obsérvese que hay pocos desplazamientos de frecuencia y fase aunque aleatorios entre un par de unidades de radio de funcionamiento y protección, que puede provocar incoherencia entre las dos respectivas señales portadoras. Por lo tanto, es necesario bloquear una de las unidades de radio en el par. Si ambos transmisores estuvieran en línea con los desplazamientos de frecuencia y fase aleatorios, las dos señales portadoras estarían cada una en un alto nivel de ruido entre sí y los receptores en el lado remoto del enlace de radio no podrán recuperar los datos transmitidos correctamente.

55 Por otra parte, el conmutador desde la unidad de radio de funcionamiento a la unidad de radio de protección da como resultado interrupción de tráfico. Actualmente, la interrupción de tráfico de la norma industrial es menor de 50 ms. Pero es difícil cumplir este requisito para todos los posibles fallos de transmisor. Es incluso más difícil cumplir este requisito en la radio completamente de exterior debido al tiempo adicional necesario para comunicar entre los controladores en el par de unidades de radio. Además, puesto que la unidad de radio de protección está bloqueada, la mitad de la potencia de transmisión de acuerdo con el esquema de protección de transmisión actual no se usa en ningún momento dado.

**Sumario**

65 Por consiguiente, la presente invención se refiere a un sistema y método para implementar un esquema de protección de transmisor eficaz en las radios completamente de exterior que evita sustancialmente uno o más

problemas debido a las limitaciones y desventajas de la técnica relacionada.

En una realización, se proporciona un método para sincronizar una primera unidad de radio con una segunda unidad de radio asociada con un sistema de radios completamente de exterior, de acuerdo con la reivindicación 1.

En otra realización, se proporciona un sistema de radios completamente de exterior de acuerdo con la reivindicación 6.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar un entendimiento adicional de la invención y se incorporan y constituyen una parte de la memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

la Figura 1 es una ilustración a modo de ejemplo de un sistema de radios completamente de exterior de la técnica anterior que incluye una unidad de funcionamiento y una unidad de protección que están ambas acopladas a una antena a través de una unidad de acoplamiento de antena;

la Figura 2 es una ilustración a modo de ejemplo de un sistema de radios completamente de exterior de la técnica anterior que incluye una unidad de funcionamiento y una unidad de protección, cada una acoplada a una antena separada;

las Figuras 3A y 3B son ilustraciones a modo de ejemplo de un sistema de radios completamente de exterior que incluye un origen de referencia común para sincronizar las señales portadoras entre dos unidades de radio de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;

las Figuras 4A y 4B son ilustraciones a modo de ejemplo de un sistema de radios completamente de exterior que usa una señal de GPS para sincronizar las señales portadoras entre dos unidades de radio de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;

la Figura 5 es un método a modo de ejemplo realizado mediante un sistema de radios completamente de exterior para sincronizar dos señales portadora que pasan a través de dos unidades de radio en paralelo de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención; y

las Figuras 6A y 6B ilustran las operaciones más detalladas de diversos componentes en el sistema de radios completamente de exterior de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

### Descripción detallada

Se hará ahora referencia en detalle a realizaciones, ejemplos de las cuales que se ilustran en los dibujos adjuntos. En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos no limitantes para ayudar a entender la materia objeto presentada en el presente documento. Será evidente, sin embargo, para un experto en la materia que pueden usarse diversas alternativas sin alejarse del alcance de la presente invención y que la materia objeto puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. Por ejemplo, será evidente para un experto en la materia que la materia objeto presentada en el presente documento puede implementarse en cualquier tipo de sistema de radios completamente de exterior que incluya dos unidades de radio sustancialmente idénticas.

En la presente solicitud, se proponen dos enfoques para evitar los problemas anteriormente descritos sincronizando las señales portadoras en la unidad de radio de funcionamiento y la unidad de radio de protección de manera que ambas señales se combinan y transmiten al receptor en el lado remoto y no se bloquea la señal. De acuerdo con la presente solicitud, el esquema de combinación de potencia coherente mantiene los transmisores en ambas unidades de un sistema de radios completamente de exterior en línea cuando no hay fallo de transmisor. El esquema de combinación de potencia coherente no únicamente aumenta la potencia de salida efectiva del sistema, que consiste en dos unidades de radio, en 6 dB, sino también elimina la interrupción del tráfico de datos de cliente debido al fallo de un transmisor en una cualquiera de las dos unidades de radio del sistema de radios completamente de exterior.

En otras palabras, un fallo de una cualquiera de las dos unidades de radio únicamente dará como resultado la reducción de potencia de salida en 6 dB sin ningún tiempo de interrupción de tráfico. Un requisito básico para combinación de potencia coherente es que las señales de salida del transmisor de las unidades de funcionamiento y protección en el sistema de radios completamente de exterior deben sincronizarse en frecuencia y fase con una señal de referencia generada mediante un origen de señal común compartido por las dos unidades de radio.

La Figura 3A es una ilustración a modo de ejemplo de un sistema de radios completamente de exterior que incluye un origen de referencia común para sincronizar las señales portadoras entre dos unidades de radio de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

El sistema de radios de exterior incluye una unidad de acoplamiento de antena 33 que está acoplada a una antena 34 para transmitir señales a receptores en el lado remoto, una primera unidad de radio 31 (es decir, la unidad de

radio de funcionamiento), y una segunda unidad de radio 32 (es decir, la unidad de protección). Tanto la primera unidad de radio 31 como la segunda unidad de radio 32 están acopladas de manera comunicativa a la unidad de acoplamiento de antena 33 y cada una de la primera unidad de radio 31 y la segunda unidad de radio 32 está configurada para recibir una señal de entrada desde un origen de comunicación común (por ejemplo, el equipo del usuario) y proporcionar una señal de salida a la unidad de acoplamiento de antena 33. En algunas realizaciones, la primera unidad de radio 31 incluye un origen de referencia común (por ejemplo, el oscilador de referencia 315-13), que está configurado para generar una señal de referencia que tiene una frecuencia de referencia y una fase de referencia para sincronizar las señales portadoras de la primera y segunda unidades de radio.

En algunas realizaciones, cada una de la primera unidad de radio 31 y la segunda unidad de radio 32 comprende adicionalmente: (i) un sincronizador de frecuencia configurado para sincronizar la frecuencia de la señal de entrada de la unidad de radio con la frecuencia de referencia de la señal de referencia; y (ii) un sincronizador de fase configurado para sincronizar la fase de la señal de entrada de la unidad de radio con la fase de referencia de la señal de referencia, de manera que la señal de salida de la primera unidad de radio 31 y la señal de salida de la segunda unidad de radio 32 tienen sustancialmente la misma frecuencia y sustancialmente la misma fase cuando alcanzan la unidad de acoplamiento de antena 33.

Como se muestra en la Figura 3A, la primera unidad de radio 31 incluye una interfaz de protección 312 y una interfaz digital 313 para recibir la señal de entrada desde el equipo del usuario (obsérvese que no hay línea discontinua que conecte a cualquiera de la interfaz de protección 312 o la interfaz digital 313). La señal de entrada se transmite a continuación a un módem 314 para modulación. A continuación, la señal de salida del módem 314 se transmite a un primer mezclador 315-2 para mezclarse con la salida de un sintetizador de frecuencia intermedia 315-1. Como se muestra en la Figura 3A, el sintetizador de frecuencia intermedia 315-1 se controla mediante la señal de referencia desde un origen de referencia común 315-13 en la primera unidad de radio 31. La señal de salida del primer mezclador 315-2 se alimenta a continuación a un primer filtro 315-3 y a un desplazador de fase 315-4 conectado en serie. El desplazador de fase 315-4 aplica un desplazamiento de fase a la señal de salida del primer filtro 315-3 de acuerdo con una señal de desplazamiento de fase desde un sumador 315-12.

A continuación, la señal de salida del desplazador de fase 315-4 se amplifica en un primer amplificador 315-5 y se alimenta en un segundo mezclador 315-6 para mezclarse con la señal de salida de un sintetizador de radiofrecuencia 315-14. Obsérvese que el sintetizador de radiofrecuencia 315-14 también se controla mediante la señal de referencia desde el origen de referencia 315-13. Finalmente, la señal de salida del segundo mezclador 315-6 se filtra mediante un segundo filtro 315-7, se amplifica mediante un segundo amplificador 315-8, y se alimenta a la ACU 33 a través de un duplexor 316 en la primera unidad de radio 31.

Además, la señal de salida del segundo amplificador 315-8 se alimenta en un tercer mezclador 315-9 para mezclarse con la señal de salida del sintetizador de radiofrecuencia 315-14, se filtra mediante un tercer filtro 315-10, y se alimenta en un detector de fase 315-11 para detectar una diferencia de fase con la señal de referencia desde el origen de referencia 315-13. El detector de fase 315-11 transmite la diferencia de fase al sumador 315-12. Como se ha indicado anteriormente, el sumador 315-12 está configurado para provocar un desplazamiento de fase correspondiente a la señal de entrada en el desplazador de fase 315-4 bajo el control de un controlador 311 en la primera unidad de radio 31.

Como se muestra en la Figura 3A, la sincronización de frecuencia se consigue haciendo que los módems, los sintetizadores de frecuencia intermedia (IF) Tx LO1, y los sintetizadores de radiofrecuencia (RF) Tx LO2 en ambas unidades de radio compartan el origen de referencia común en la unidad de radio de funcionamiento 31, que es un oscilador de referencia "Ref" de funcionamiento libre 315-13. El oscilador de referencia 315-13 proporciona la frecuencia de referencia al sintetizador de IF Tx LO1 315-1, al sintetizador de RF Tx LO2 315-14, y al reloj de referencia al módem 314 en la unidad de radio de funcionamiento 31.

Además, la salida del oscilador de referencia 315-13 está también conectada a la unidad de radio de protección 32 usando un cable de manera que el oscilador de referencia 315-13 actúa como una referencia para el sintetizador de IF Tx LO1 325-1, el sintetizador de RF Tx LO2 325-14, y el módem 324 en la unidad de radio de protección 32. Las señales de salida del módem sincronizado en frecuencia (314, 324) en ambas unidades (31, 32) se convierten de manera ascendente a la frecuencia intermedia mediante el mezclador 1 (315-2, 325-2) y el filtro 1 (315-3, 325-3). Debido a que los sintetizadores de IF Tx LO1 (315-1, 325-1) en ambas unidades están sincronizados en frecuencia, las señales de frecuencia intermedia (IF) en la salida del filtro 1 (315-3, 325-3) están también sincronizadas en frecuencia. Las señales de IF se amplifican mediante el amplificador Amp 1 (315-5, 325-5) y se convierten de manera ascendente a la radiofrecuencia (RF) mediante el mezclador 2 (315-6, 325-6) y el filtro 2 (315-7, 325-7). Como tal, las señales de radiofrecuencia (RF) en la salida del filtro 2 (315-7, 325-7) en ambas unidades están también sincronizadas en frecuencia debido a que los osciladores de RF Tx LO2 (315-14, 325-14) están sincronizados en frecuencia. Después de la amplificación final mediante el amplificador Amp 2 (315-8, 325-8), las señales de RF se conectan a la unidad de acoplamiento de antena 33 mediante los dos duplexores (316, 326).

En algunas realizaciones, las dos unidades (31, 32) consiguen la sincronización de fase teniendo cada unidad un bucle de control de fase que consiste en un conversor descendente que incluye un mezclador 3 (315-9, 325-9) y un

filtro 3 (315-10, 325-10), un detector de fase (315-11, 325-11), un sumador "Suma" (315-12, 325-12), y un desplazador de fase variable (315-4, 325-4). En particular, las señales de RF desde la salida del amplificador Amp 2 (315-8, 325-8) se convierten de manera descendente a la frecuencia intermedia (IF), se filtran y a continuación se alimentan en el detector de fase (315-11, 325-11). El detector de fase (315-11, 325-11) usa la señal de frecuencia de referencia como una referencia para detectar una diferencia de fase. Desde el detector de fase (315-11, 325-11), las señales de RF van al bloque sumador "Suma" (315-12, 325-12) y a continuación se usan para controlar el desplazador de fase variable (315-4, 325-4). Como tal, el bucle de control de fase mantiene la fase de las señales de RF constantes con relación a la fase de la señal de referencia. Puesto que los bucles de control de fase en ambas unidades usan la misma señal de referencia como una referencia, el desplazamiento de fase entre las señales de RF en las unidades de funcionamiento y de protección (31, 32) se mantiene constante.

En algunas realizaciones, los controladores (311, 321) añaden un valor fijo a la señal de salida de los detectores de fase (315-11, 325-11) mediante los sumadores (315-12, 325-12) para hacer el desplazamiento de fase constante igual a 0 (cero). Este valor fijo se determina a través de calibración después de la instalación del sistema de radios completamente de exterior. Un objetivo de la calibración es obtener una potencia de salida máxima en la salida de la ACU 33 mientras los transmisores en ambas unidades de radio (31, 32) están en línea.

Obsérvese que la Figura 3A muestra una realización en la que las unidades de funcionamiento y de protección (31, 32) están conectadas a la misma antena 34 a través de la ACU 33. Pero la idea propuesta como se ha descrito anteriormente se aplica también cuando la unidad de funcionamiento y de protección (31, 32) están conectadas a antenas separadas. La Figura 3B es una ilustración a modo de ejemplo de otro sistema de radios completamente de exterior que es casi idéntico al mostrado en la Figura 3A excepto que la ACU 33 y la antena 34 se sustituyen por dos antenas separadas 34-1 y 34-2, cada una acoplada a una de las dos unidades de radio. Aparte de esta diferencia estructural, el sistema de radios completamente de exterior mostrado en la Figura 3B es idéntico al mostrado en la Figura 3A.

La Figura 4A es una ilustración a modo de ejemplo de un sistema de radios completamente de exterior que usa una señal de GPS para sincronizar las señales portadoras entre dos unidades de radio de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. Obsérvese que la configuración del sistema de radios completamente de exterior mostrado en la Figura 4A es similar a la de la Figura 3A excepto que cada unidad de radio mostrada en la Figura 4A está equipada con un receptor (418, 428) de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), respectivamente, que usa una señal de GPS recibida para sincronizar los osciladores de frecuencia de referencia en cada unidad sin hacer correr el cable entre las unidades.

Como se muestra en la Figura 4A, el receptor de GPS (418, 428) recibe una señal de referencia de frecuencia y fase precisas desde un satélite del Sistema de Posicionamiento Global. La señal se usa a continuación como una referencia para el bucle de control de fase que consiste en el generador de referencia de tensión controlada "Ref" (415-13, 425-13) y el detector de fase 2 (417, 427). El bucle de control de fase mantiene el desplazamiento de frecuencia y de fase de la señal de salida de los osciladores de referencia (415-13, 425-13) constante con relación a la señal de referencia de GPS. Puesto que los osciladores de referencia (415-13, 425-13) en ambas unidades de radio (41, 42) usan la misma señal de referencia de GPS como una referencia, su frecuencia es la misma y su desplazamiento de fase es un valor constante. Aparte de esta diferencia estructural, el sistema de radios completamente de exterior mostrado en la Figura 4A es idéntico al mostrado en la Figura 3A.

La Figura 4B es una ilustración a modo de ejemplo de otro sistema de radios completamente de exterior que es casi idéntico al mostrado en la Figura 4A excepto que la ACU 43 y la antena 44 se sustituyen por dos antenas separadas 44-1 y 44-2, cada una acoplada a una de las dos unidades de radio.

La Figura 5 ilustra un método a modo de ejemplo realizado mediante un sistema de radios completamente de exterior para sincronizar dos señales portadoras que pasan a través de dos unidades de radio en paralelo de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. El sistema recibe (501), en la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio, respectivamente, una señal de comunicación (por ejemplo, tráfico de datos de cliente) desde un origen de comunicación común (por ejemplo, el equipo del usuario). El sistema también recibe (502), en la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio, respectivamente, una señal de referencia desde un origen de referencia común (por ejemplo, un oscilador de referencia). El sistema sincroniza (503) la señal de comunicación en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio con la señal de referencia de manera que cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio generan una señal de salida que tiene sustancialmente la misma frecuencia y sustancialmente la misma fase. El sistema transmite (504) la señal de salida desde cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio a un receptor remoto a través de una antena.

Las Figuras 6A y 6B ilustran las operaciones más detalladas de diversos componentes en el sistema de radios completamente de exterior de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. Estas operaciones se aplican a cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio en el sistema de radios completamente de exterior. Por simplicidad, la primera unidad de radio (por ejemplo, la unidad de radio de funcionamiento 31) anteriormente descrita en relación con la Figura 3A se analiza a continuación.

5 En primer lugar, la primera unidad de radio 31 recibe (601) la señal de comunicación en una de la interfaz de protección 312 y la interfaz de datos digital 313 en la primera unidad de radio y transmite la señal de comunicación (por ejemplo, el tráfico de datos de cliente) al módem 314 en la primera unidad de radio. El módem 314 modula (602) la señal de comunicación y transmite la señal de comunicación modulada al primer mezclador 315-2 en la primera unidad de radio.

10 El primer mezclador 315-2 mezcla (603) la señal de comunicación con la salida de un sintetizador de frecuencia intermedia 315-1 en la primera unidad de radio y transmite la señal de comunicación mezclada al primer filtro 315-3. En algunas realizaciones, el sintetizador de frecuencia intermedia 315-1 se controla mediante la señal de referencia desde el origen de referencia común. El primer filtro 315-3 filtra (604) la señal de comunicación y transmite la señal de comunicación filtrada al desplazador de fase 315-4 en la primera unidad de radio. El desplazador de fase 315-4 aplica (605) un desplazamiento de fase a la señal de comunicación filtrada de acuerdo con la salida del sumador 315-12 y transmite la señal de comunicación desplazada en fase al primer amplificador 315-5 en la primera unidad de radio.

15 El primer amplificador 315-5 amplifica (606) la señal de comunicación y transmite la señal de comunicación amplificada al segundo mezclador 315-6 en la primera unidad de radio. El segundo mezclador 315-6 mezcla (607) la señal de comunicación con la salida del sintetizador de radiofrecuencia 315-14 en la primera unidad de radio y transmite la señal de comunicación mezclada al segundo filtro 315-7. El sintetizador de radiofrecuencia 315-14 también se controla mediante la misma señal de referencia.

20 El segundo filtro 315-7 filtra (611) la señal de comunicación y transmite la señal de comunicación filtrada al segundo amplificador 315-8 en la primera unidad de radio. El segundo amplificador 315-8 amplifica (612) la señal de comunicación y transmite la señal de comunicación amplificada al tercer mezclador 315-9 en la primera unidad de radio. El tercer mezclador 315-9 mezcla (613) la señal de comunicación con la señal de salida del sintetizador de radiofrecuencia 315-14 y transmite la señal de comunicación mezclada al tercer filtro 315-10. El tercer filtro 315-10 a continuación filtra (614) la señal de comunicación y transmite la señal de comunicación filtrada al detector de fase 315-11 en la primera unidad de radio. El detector de fase 315-11 detecta (615) una diferencia de fase entre la señal de comunicación y la señal de referencia y transmite la diferencia de fase al sumador 315-12. El sumador 315-12 transmite la diferencia de fase al desplazador de fase 315-4 para provocar la diferencia de fase a la señal de comunicación. Finalmente, el duplexor 316 en la primera unidad de radio transmite (616) la señal de comunicación a la antena 34 mediante la ACU 33.

35 En algunas realizaciones, la señal de referencia se genera mediante un oscilador de referencia localizado en una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio. En algunas otras realizaciones, la señal de referencia está sincronizada con una señal de GPS y la señal de GPS se genera mediante un satélite de GPS localizado de manera remota de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio y se recibe mediante un receptor de GPS localizado en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

40 En algunas realizaciones, la potencia de la señal de salida desde tanto la primera unidad de radio como la segunda unidad y transmitida a través de la antena aumenta en 6 dB en comparación con la potencia de una señal de salida desde únicamente una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio. En algunas realizaciones, el sistema de radios completamente de exterior está libre de interrupción de tráfico en el caso de un fallo de transmisión en una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

45 En suma, el esquema de combinación de potencia coherente puede sustituir el enfoque de protección de transmisor tradicional de bloquear/des-bloquear la unidad de radio de protección en un sistema de radio completamente de exterior. El origen de referencia común compartido por las dos unidades de un sistema de radio completamente de exterior de acuerdo con la presente solicitud se usa para sincronizar la frecuencia y fase entre las señales portadoras en las dos unidades. En algunas realizaciones, el origen de referencia común es un origen de referencia independiente. En algunas otras realizaciones, el origen de referencia común se controla mediante una señal de GPS capturada mediante un receptor de GPS. Como tal, el esquema de combinación de potencia coherente puede aumentar la potencia de salida del sistema de radios completamente de exterior en 6 dB usando los mismos transmisores y sin aumentar el consumo de potencia. Además, el esquema elimina la interrupción de tráfico en el caso de un fallo de transmisor. Si la señal de GPS se usa para sincronización, no es necesario hacer correr cable conductor de exterior adicional entre las dos unidades de radio, dando como resultado no únicamente la simplificación de la instalación de radio y la reducción de instalación de radio y coste de mantenimiento, sino también más flexibilidad de instalación de radio.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de sincronización de una primera unidad de radio con una segunda unidad de radio asociada a un sistema de radios completamente de exterior, comprendiendo el método:

5 recibir, en la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio, respectivamente, una señal de comunicación desde un origen de comunicación común;  
 recibir, en la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio, respectivamente, una señal de referencia desde un origen de referencia común;  
 10 sincronizar la señal de comunicación en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio con la señal de referencia de manera que la primera unidad de radio genera una primera señal de salida y la segunda unidad de radio genera una segunda señal de salida, teniendo dichas primera y segunda señales de salida sustancialmente la misma frecuencia y sustancialmente la misma fase; y  
 15 transmitir la primera y la segunda señales de salida desde la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio a un receptor remoto a través de una misma antena, en donde sincronizar la señal de comunicación en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio con la señal de referencia comprende adicionalmente:

en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio:

20 recibir la señal de comunicación en una de una interfaz de protección y una interfaz de datos digital en la unidad de radio y transmitir la señal de comunicación a un módem en la unidad de radio (601);  
 usar el módem para modular la señal de comunicación y transmitir la señal de comunicación modulada a un primer mezclador en la unidad de radio (602);  
 25 usar el primer mezclador para mezclar la señal de comunicación modulada con una salida de un sintetizador de frecuencia intermedia en la unidad de radio, en donde el sintetizador de frecuencia intermedia se controla mediante la señal de referencia, y transmitir la señal de comunicación mezclada una vez a un primer filtro (603);  
 30 usar el primer filtro para filtrar la señal de comunicación mezclada una vez y transmitir la señal de comunicación filtrada una vez a un desplazador de fase en la unidad de radio (604);  
 usar el desplazador de fase para desplazar en fase la señal de comunicación filtrada una vez de acuerdo con una salida de un sumador y transmitir la señal de comunicación desplazada en fase a un primer amplificador en la unidad de radio (605);  
 35 usar el primer amplificador para amplificar la señal de comunicación desplazada en fase y transmitir la señal de comunicación amplificada una vez a un segundo mezclador en la unidad de radio (606);  
 usar el segundo mezclador para mezclar la señal de comunicación amplificada una vez con una salida de un sintetizador de radiofrecuencia en la unidad de radio, en donde el sintetizador de radiofrecuencia se controla mediante la señal de referencia, y transmitir la señal de comunicación mezclada dos veces a un segundo filtro (607);  
 40 usar el segundo filtro para filtrar la señal de comunicación mezclada dos veces y transmitir la señal de comunicación filtrada dos veces a un segundo amplificador en la unidad de radio (611);  
 usar el segundo amplificador para amplificar la señal de comunicación filtrada dos veces y transmitir la señal de comunicación amplificada dos veces a un tercer mezclador en la unidad de radio (612);  
 45 usar el tercer mezclador para mezclar la señal de comunicación amplificada dos veces con una salida del sintetizador de radiofrecuencia y transmitir la señal de comunicación mezclada tres veces a un tercer filtro (613);  
 usar el tercer filtro para filtrar la señal de comunicación mezclada tres veces y transmitir la señal de comunicación filtrada tres veces a un detector de fase en la unidad de radio (614);  
 50 usar el detector de fase para detectar una diferencia de fase entre la señal de comunicación filtrada tres veces y la señal de referencia y transmitir la diferencia de fase al sumador, en donde el sumador transmite la diferencia de fase al desplazador de fase para provocar la diferencia de fase en la señal de comunicación filtrada una vez (615); y  
 usar un duplexor en la unidad de radio para transmitir la señal de comunicación amplificada dos veces a la antena (616).

55 2. El método de la reivindicación 1, en el que la señal de referencia se genera mediante un oscilador de referencia localizado en una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

60 3. El método de la reivindicación 1, en el que la señal de referencia está sincronizada con una señal de GPS, en el que la señal de GPS se genera mediante un satélite de GPS localizado de manera remota de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio y se recibe mediante un receptor de GPS en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

65 4. El método de la reivindicación 1, en el que la potencia de la señal de salida tanto desde la primera unidad de radio como desde la segunda unidad y transmitida a través de la antena aumenta en 6 dB en comparación con la potencia de una señal de salida desde únicamente una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

5. El método de la reivindicación 1, en el que el sistema de radios de microondas completamente de exterior está libre de interrupción de tráfico en el caso de un fallo de transmisión en una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

5 6. Un sistema de radios completamente de exterior, que comprende:

una unidad de acoplamiento de antena (33);  
 una primera unidad de radio (31) y una segunda unidad de radio (32), en donde tanto la primera unidad de radio (31) como la segunda unidad de radio (32) están acopladas de manera comunicativa a la unidad de acoplamiento de antena (33) y cada una de la primera unidad de radio (31) y la segunda unidad de radio (32) está configurada para recibir una señal de entrada desde un origen de comunicación común y proporcionar una señal de salida a la unidad de acoplamiento de antena (33); y  
 un origen de referencia común configurado para generar una señal de referencia que tiene una frecuencia de referencia y una fase de referencia,  
 en donde cada una de la primera unidad de radio (31) y la segunda unidad de radio (32) comprende adicionalmente:

un sincronizador de frecuencia configurado para sincronizar la frecuencia de la señal de entrada de la unidad de radio con la frecuencia de referencia de la señal de referencia; y  
 un sincronizador de fase configurado para sincronizar la fase de la señal de entrada de la unidad de radio con la fase de referencia de la señal de referencia,

de manera que la señal de salida de la primera unidad de radio (31) y la señal de salida de la segunda unidad de radio (32) tienen sustancialmente la misma frecuencia y sustancialmente la misma fase cuando alcanzan la unidad de acoplamiento de antena (33),  
 en donde cada una de la primera unidad de radio (31) y la segunda unidad de radio (32) comprende adicionalmente:

una interfaz de protección (312) y una interfaz digital (313) para recibir la señal de entrada;  
 un módem (314) para modular una salida desde una de la interfaz de protección (312) y la interfaz digital (313) y la señal de referencia;  
 un primer mezclador (315-2) para mezclar una salida del módem (314) y una salida de un sintetizador de frecuencia intermedia (315-1), en donde el sintetizador de frecuencia intermedia (315-1) se controla mediante la señal de referencia;  
 un primer filtro (315-3) para filtrar una salida del primer mezclador (315-2);  
 un desplazador de fase (315-4) para desplazar en fase una salida del primer filtro (315-3) de acuerdo con una salida de un sumador (315-12);  
 un primer amplificador (315-5) para amplificar una salida del desplazador de fase (315-4);  
 un segundo mezclador (315-6) para mezclar una salida del primer amplificador (315-5) y una salida de un sintetizador de radiofrecuencia (315-14), en donde el sintetizador de radiofrecuencia (315-14) se controla mediante la señal de referencia;  
 un segundo filtro (315-7) para filtrar una salida del segundo mezclador (315-6);  
 un segundo amplificador (315-8) para amplificar una salida del segundo filtro (315-7);  
 un tercer mezclador (315-9) para mezclar una salida del segundo amplificador (315-8) y la salida del sintetizador de radiofrecuencia (315-14);  
 un tercer filtro (315-10) para filtrar una salida del tercer mezclador (315-9);  
 un detector de fase (315-11) para detectar una diferencia de fase entre una salida del tercer filtro (315-10) y la señal de referencia y transmitir la diferencia de fase al sumador (315-12), en donde el sumador (315-12) está configurado para provocar un desplazamiento de fase correspondiente al desplazador de fase (315-4) bajo el control de un controlador (311); y  
 un duplexor (316) para recibir la salida del segundo amplificador (315-8) y transmitir la salida del segundo amplificador (315-8) a la unidad de acoplamiento de antena (33).

7. El sistema de radios de microondas completamente de exterior de la reivindicación 6, en el que la señal de referencia se genera mediante un oscilador de referencia (315-13) localizado en una de la primera unidad de radio (31) y la segunda unidad de radio (32).

8. El sistema de radios de microondas completamente de exterior de la reivindicación 7, en el que la señal de referencia está sincronizada con una señal de GPS, en donde la señal de GPS se genera mediante un satélite de GPS localizado de manera remota de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio y se recibe mediante un receptor de GPS (418, 428) en cada una de la primera unidad de radio y la segunda unidad de radio.

9. El sistema de radios de microondas completamente de exterior de la reivindicación 6, en el que la potencia de la señal de salida tanto desde la primera unidad de radio (31) como desde la segunda unidad (32) y transmitida a través de la antena aumenta en 6 dB en comparación con la potencia de una señal de salida desde únicamente una de la primera unidad de radio (31) y la segunda unidad de radio (32).



10. El sistema de radios de microondas completamente de exterior de la reivindicación 6, en el que el sistema de radios de microondas completamente de exterior está libre de interrupción de tráfico en el caso de un fallo de transmisión en una de la primera unidad de radio (31) y la segunda unidad de radio (32).
- 5 11. El método de la reivindicación 1, en el que la señal de comunicación, amplificada dos veces transmitida a la antena mediante el duplexor en la unidad de radio, comprende la señal de comunicación desplazada en fase mediante el desplazador de fase de acuerdo con la diferencia de fase y amplificada mediante el segundo amplificador.

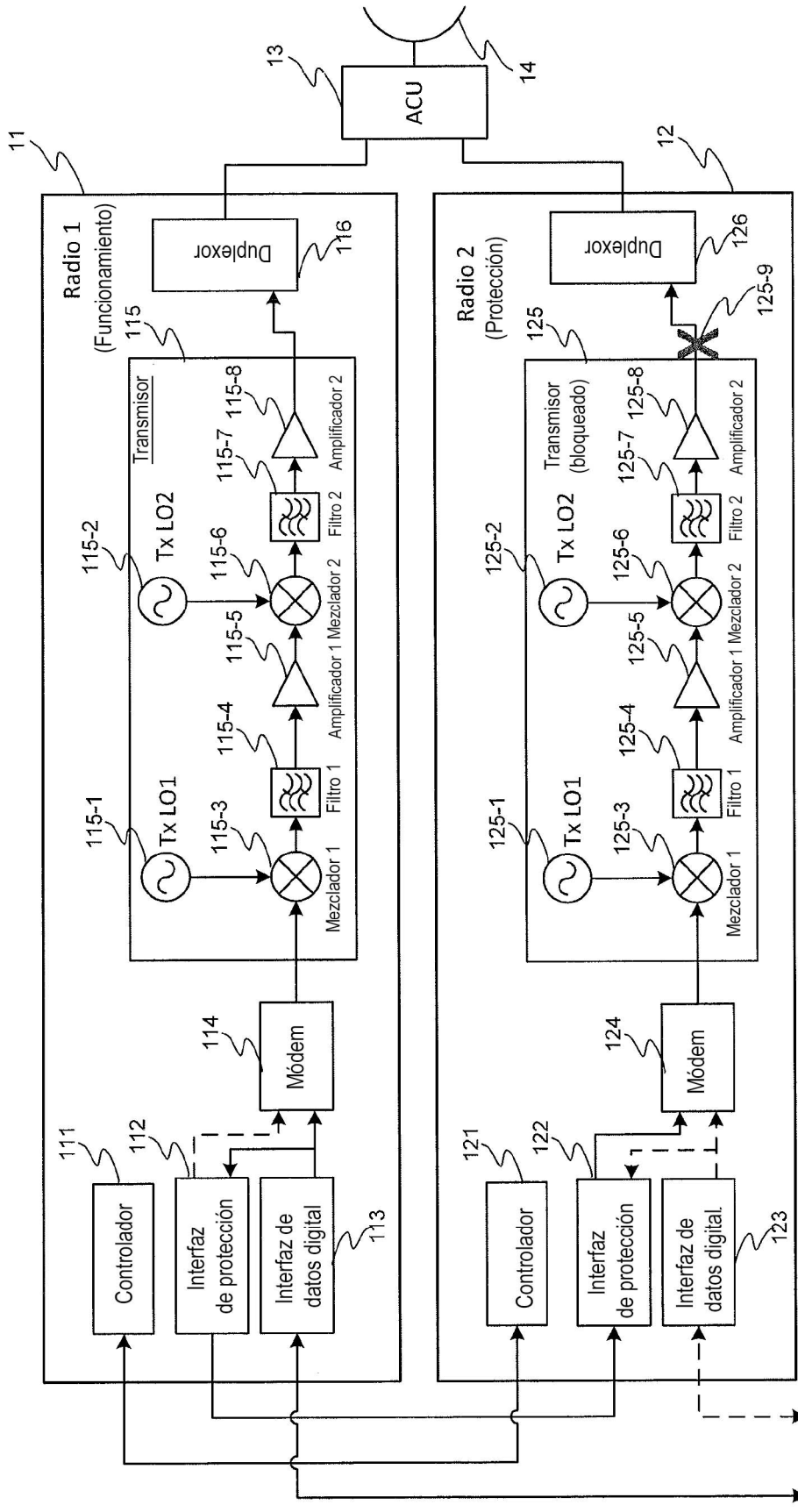


FIG. 1 (TÉCNICA RELACIONADA)

A equipo del usuario

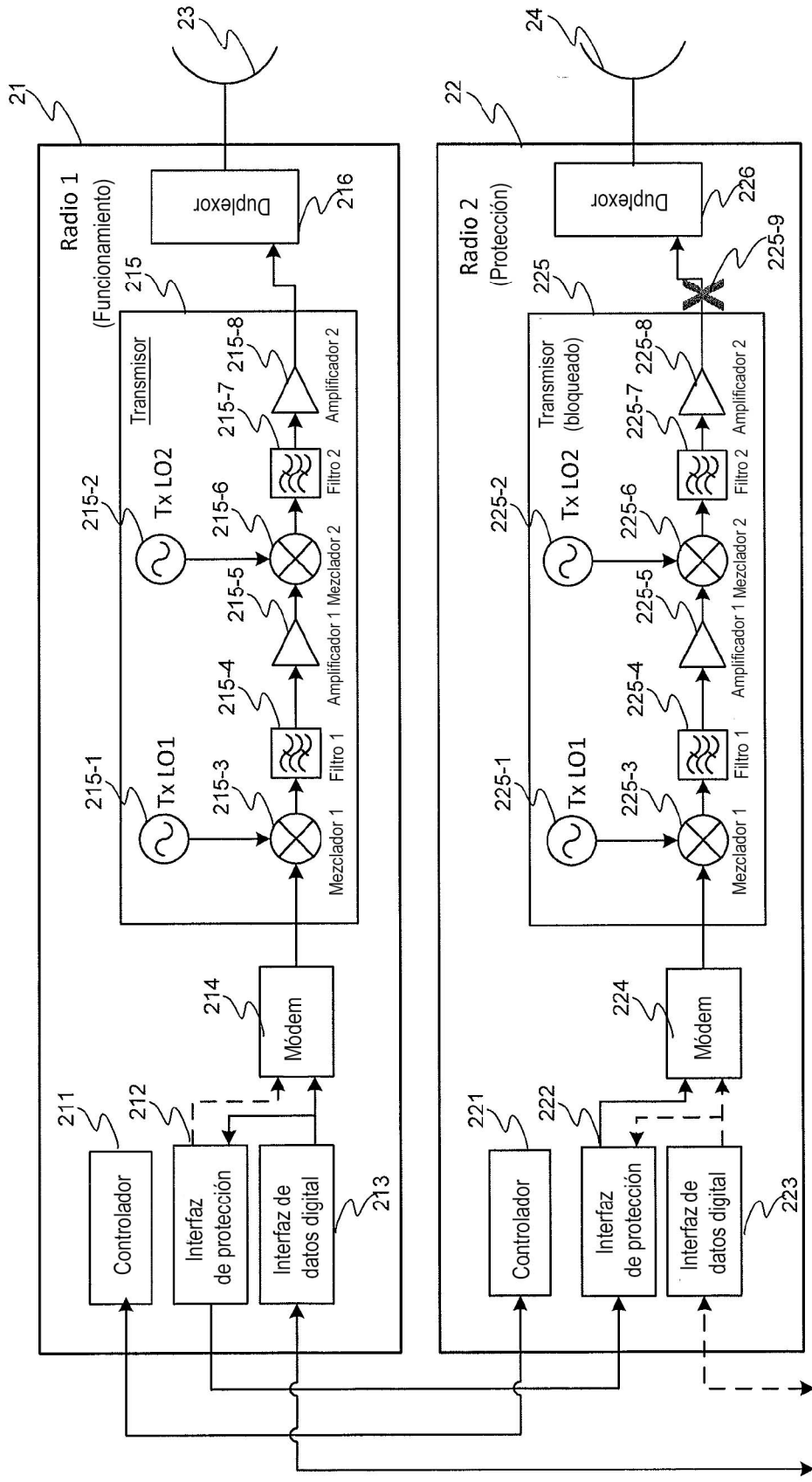


FIG. 2 (TÉCNICA RELACIONADA)

A equipo del usuario

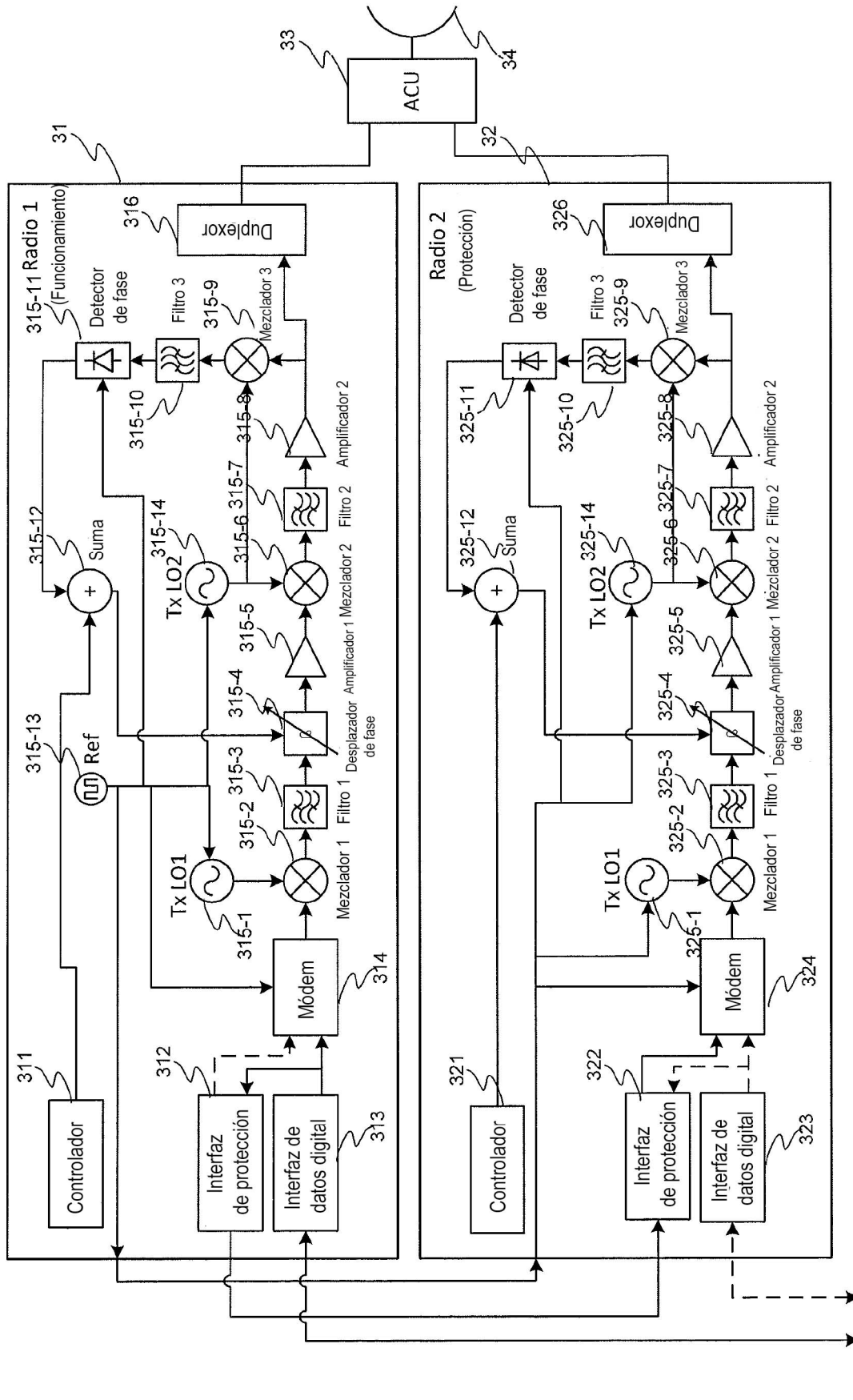


FIG. 3A

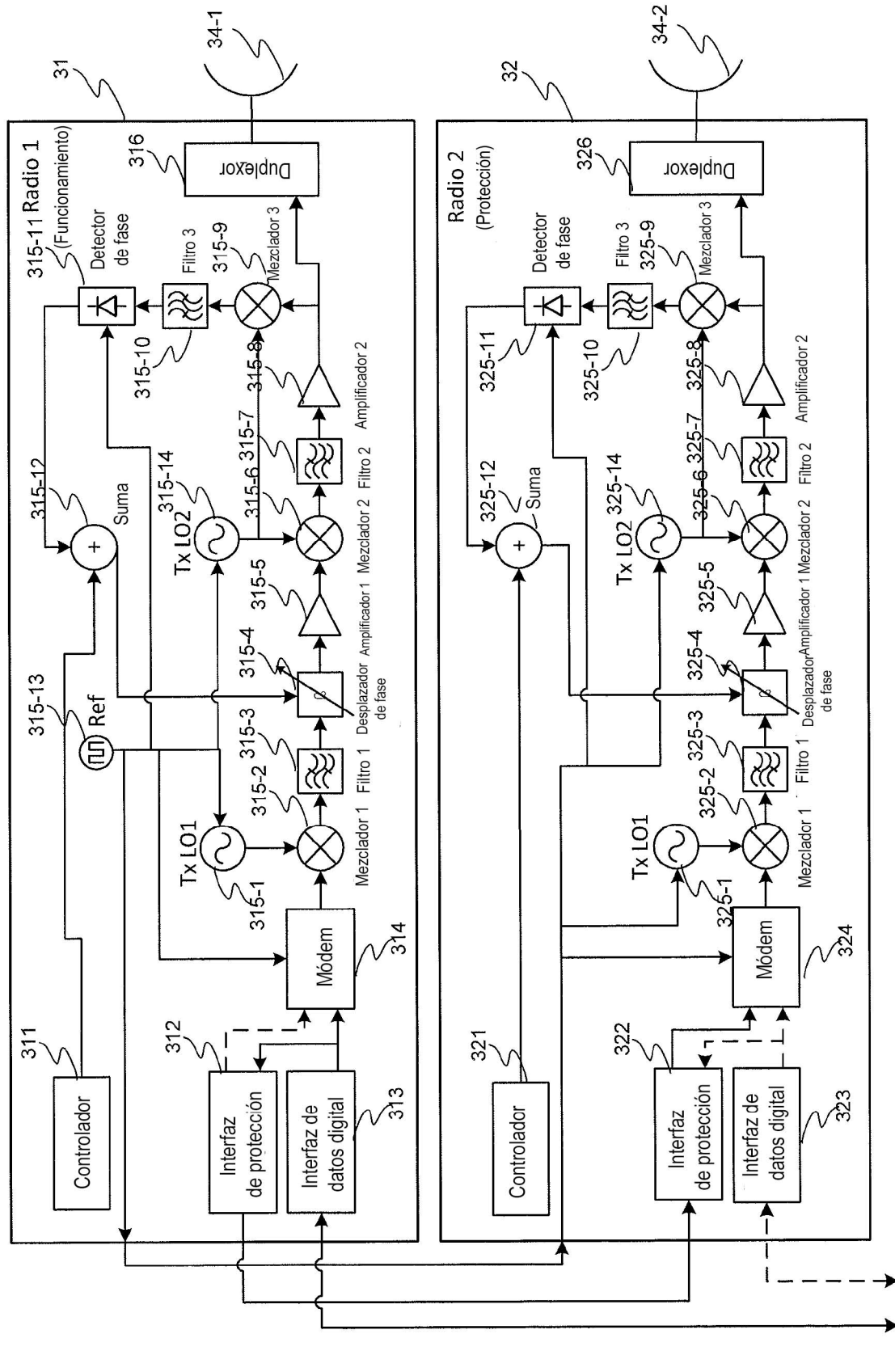


FIG. 3B

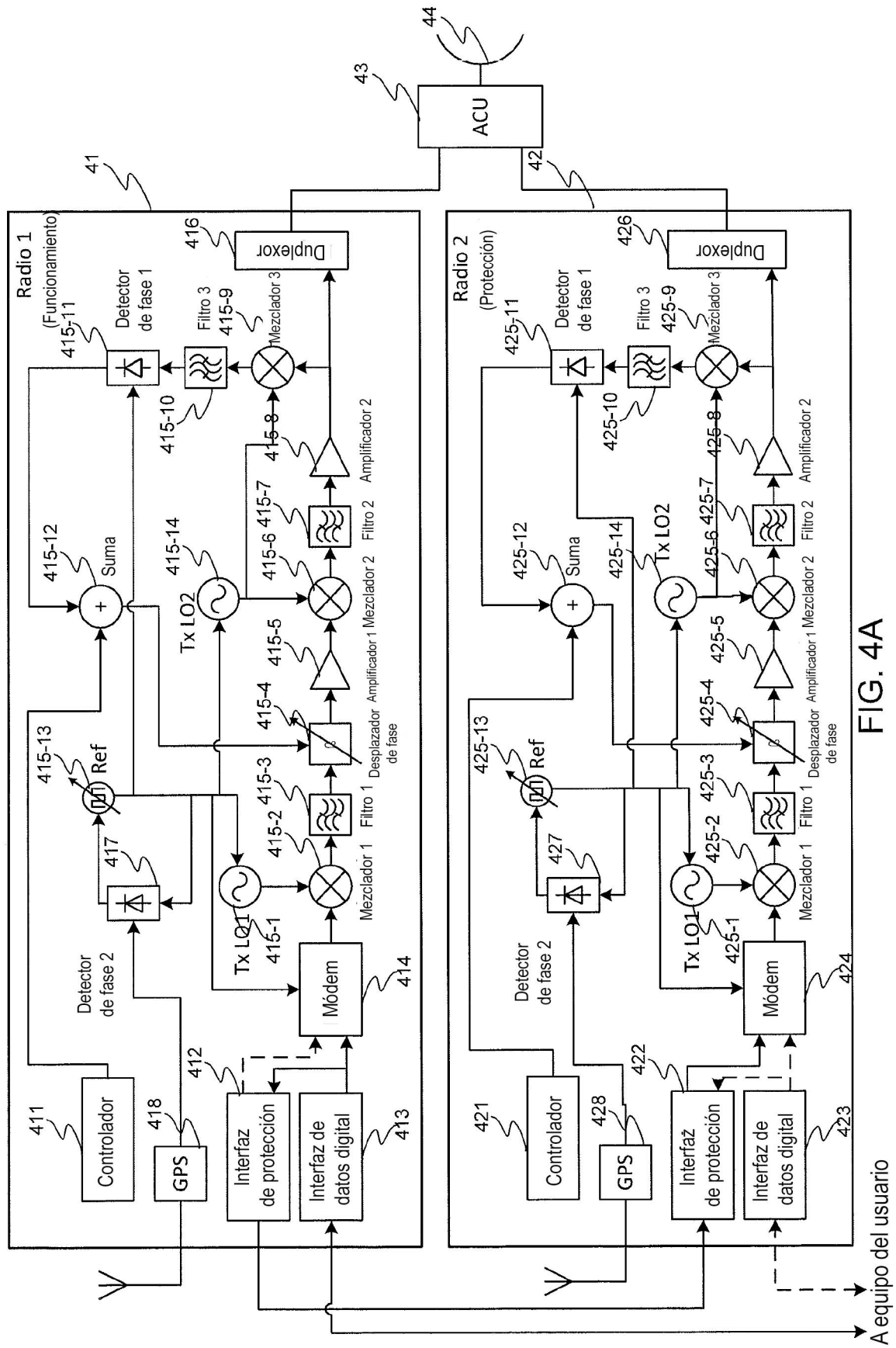


FIG. 4A

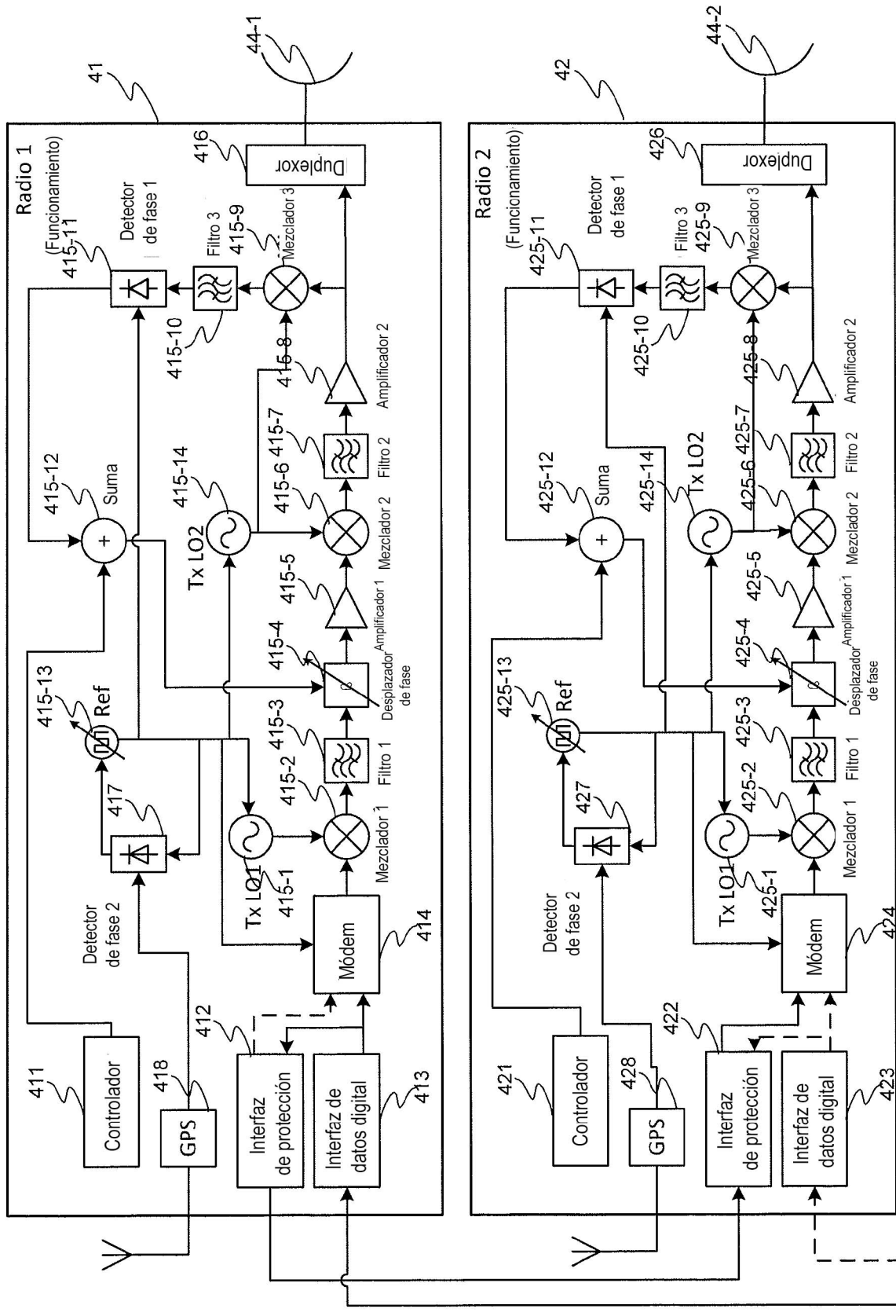


FIG. 4B

A equipo del usuario

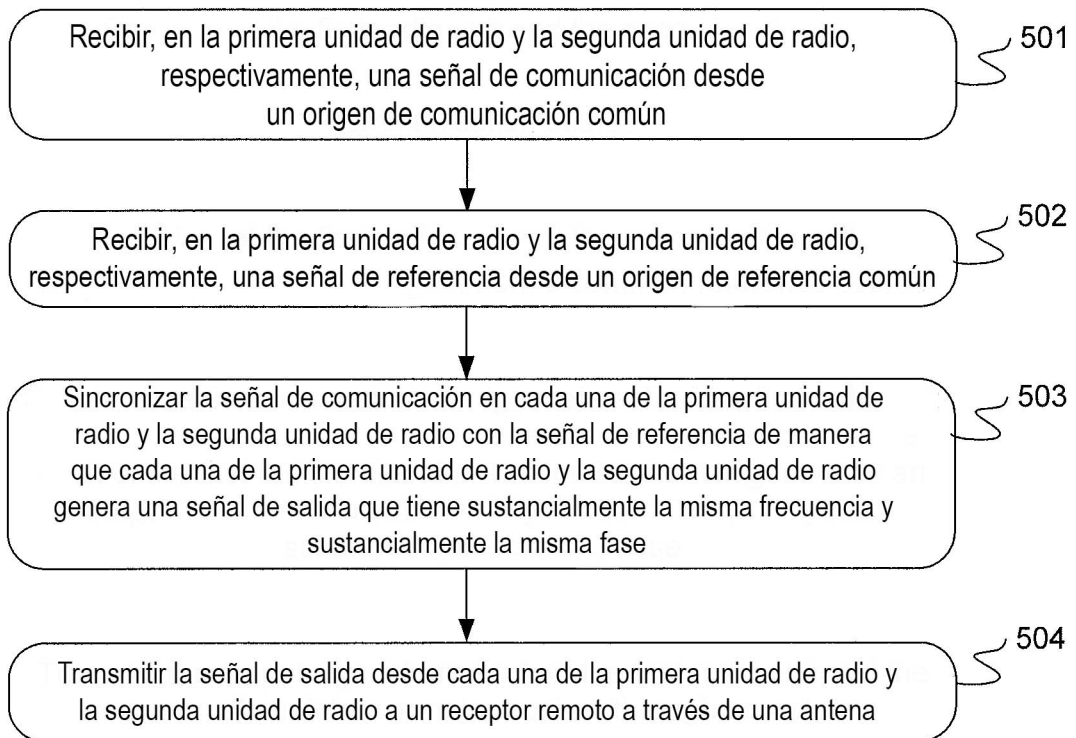


FIG. 5



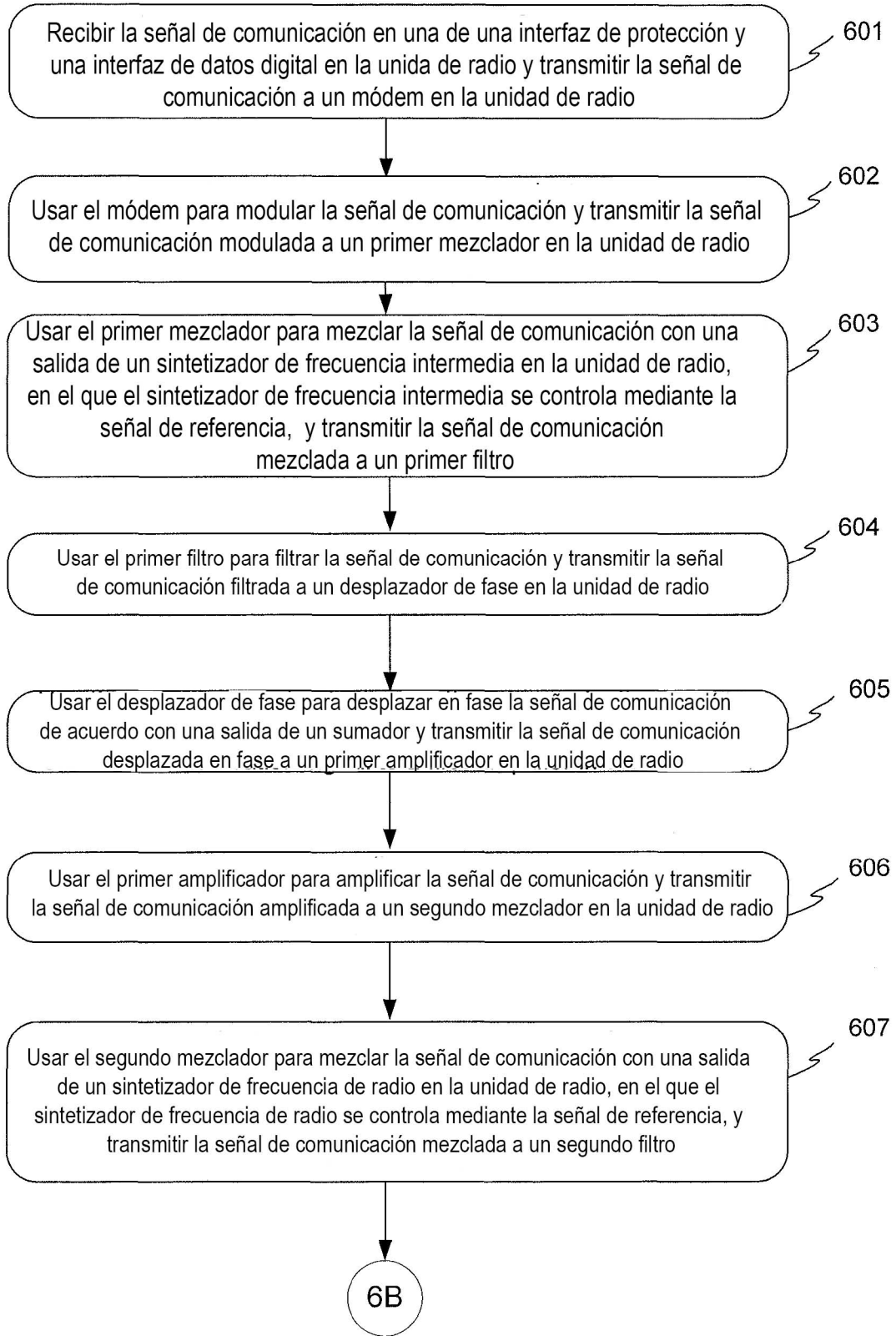


FIG. 6A

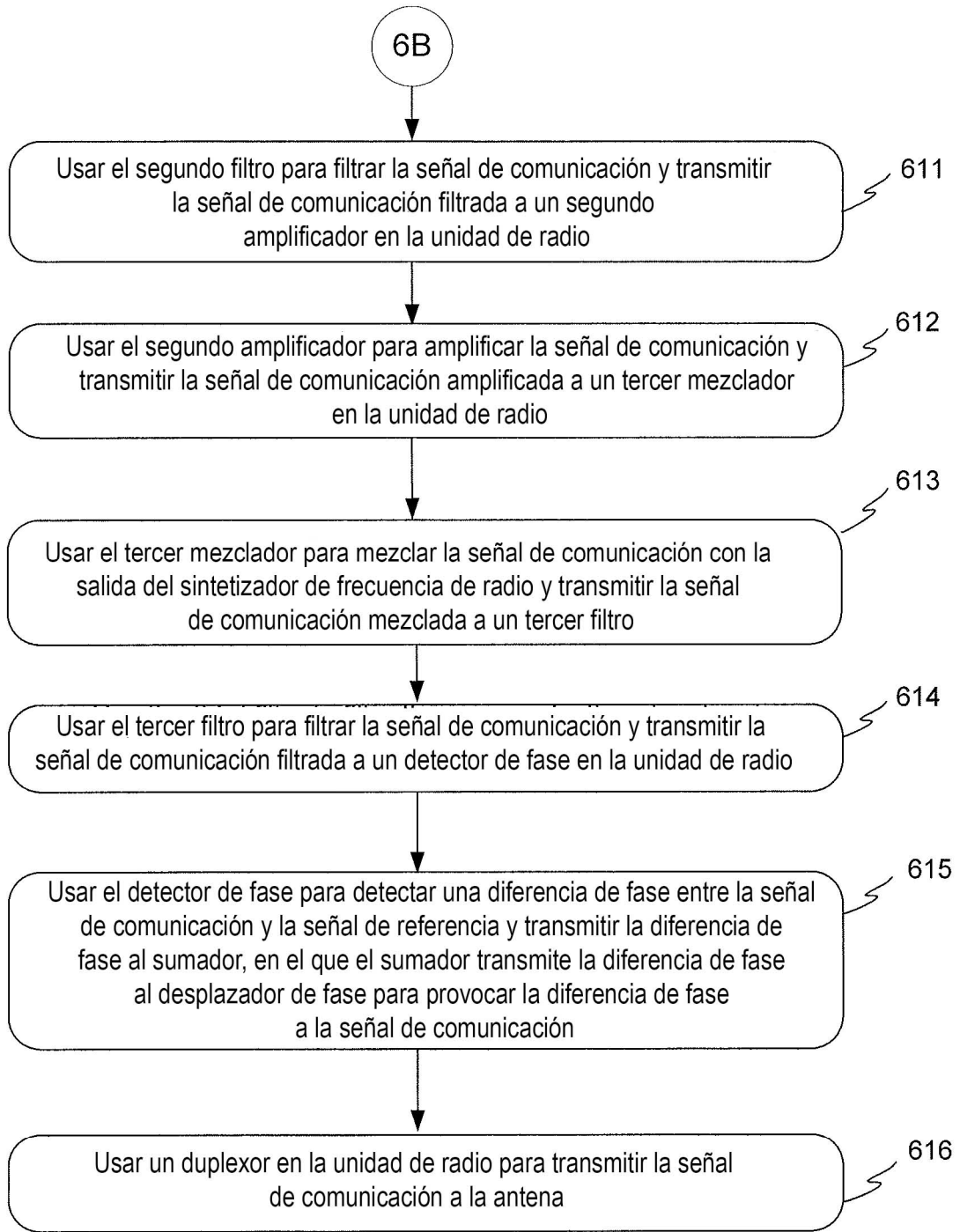


FIG. 6B