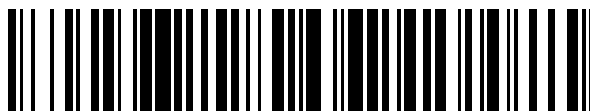


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 963**

51 Int. Cl.:

G01S 19/36 (2010.01)

G01S 19/33 (2010.01)

G01S 19/32 (2010.01)

G01S 19/21 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015** **E 15382649 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 3182163**

54 Título: **Extremo frontal GNSS RF reconfigurable y método para reconfigurar un extremo frontal GNSS RF**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2020

73 Titular/es:

GMV AEROSPACE AND DEFENCE, S.A.U.
(100.0%)
Isaac Newton 11, P.T.M.
28760 Tres Cantos, Madrid, ES

72 Inventor/es:

PEÑA GONZÁLEZ, ORLANDO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 747 963 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

Extremo frontal GNSS RF reconfigurable y método para reconfigurar un extremo frontal GNSS RF

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a extremos frontales de radiofrecuencia (RF) con una pluralidad de cadenas de RF particularmente adecuadas para receptores para sistemas de navegación global por satélite (GNSS).

10 Estado de la técnica

Han pasado varias décadas desde que se lanzó inicialmente el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Desde entonces, han aparecido nuevas constelaciones y señales satelitales de navegación global a medida que se ha mejorado la tecnología.

Los receptores para los sistemas mundiales de navegación por satélite se han actualizado en consecuencia para soportar la mayoría de estas nuevas constelaciones y bandas GNSS, que en algunos casos ha hecho que los receptores sean interoperables entre diferentes constelaciones GNSS, por ejemplo, con la llamada multi-constelación.

Al usar más satélites y/o señales, los receptores pueden proporcionar una posición más precisa y confiable cuando los sistemas satelitales de navegación global se utilizan para fines de navegación. Como un mayor número de satélites puede proporcionar una mejor cobertura, el sistema también se vuelve más robusto, es decir, la cantidad de tiempo en que no hay suficientes satélites a la vista disminuye significativamente.

Con este fin, se han realizado esfuerzos recientes para desarrollar arquitecturas frontales de RF flexibles o reconfigurables y arquitecturas de procesador GNSS que permitan al sistema hacer frente a las nuevas constelaciones y/o frecuencias GNSS implementadas gradualmente.

En el número de publicación internacional WO 2011/113540 A2 se describe un extremo frontal de RF del receptor GNSS flexible que puede ajustarse para recibir señales de diferentes GNSS. Un filtro de paso de banda que recibe señales capturadas por una antena puede ajustar su banda de paso de modo que solo un espectro particular pase a las siguientes etapas del extremo frontal. Al modificar la banda de paso, la mayoría de las frecuencias se rechazan, excepto el espectro que contiene la señal de interés GNSS, entonces un mismo extremo frontal puede soportar bandas con diferentes frecuencias portadoras.

La publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0198718 A1 describe un receptor GNSS que incluye una cadena de receptores que es capaz de operar dos señales GNSS compartiendo el hardware utilizado por dichas señales. La señal eléctrica resultante de la onda capturada por una antena se divide en dos ramas. Cada rama filtra la señal eléctrica recibida para mantener una señal GNSS: una rama mantiene la señal L1 y la otra rama mantiene la señal L2. Estas ramas se amplifican por separado y luego se combinan en una sola rama. Dependiendo de una señal de control que establezca si se va a recuperar L1 o L2, un amplificador está habilitado y el otro deshabilitado. La rama única se conecta a un mezclador de frecuencia, que dependiendo de la señal GNSS que está presente en la señal eléctrica, es decir, L1 o L2, una señal sinusoidal con la frecuencia correspondiente se mezcla para reducir la señal en frecuencia. Como las señales L1 y L2 son intermitentes (en el que la intermitencia depende de la señal de control), el extremo frontal demultiplexa aún más las señales L1 y L2 para que puedan ser procesadas por un procesador GNSS.

La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos n.º 2009/0322596 A1 divulga un receptor GNSS que comprende una pluralidad de cadenas de RF que está adaptada para recibir una primera señal GNSS si funciona en un primer modo y una segunda señal GNSS si funciona en un segundo modo.

Estos extremos frontales, sin embargo, no son capaces de cambiar las configuraciones de un conjunto de cadenas de RF, es decir, cambiar una disposición de cadenas de RF de una configuración original a otras configuraciones diferentes, proporcionando otro grado de flexibilidad que el procesador GNSS puede aprovechar.

Descripción de la invención

El extremo frontal de RF para sistemas satelitales de navegación global descritos en la presente invención tiene la intención de resolver las deficiencias de los extremos frontales de RF de la técnica anterior.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un extremo frontal de RF para sistemas satelitales de navegación global que comprende: una pluralidad M de cadenas de RF, M es un número natural mayor de uno, cada cadena de RF comprende al menos: una antena, un amplificador de bajo ruido y un mezclador de frecuencia; y una pluralidad N de osciladores locales, N es un número natural mayor de uno. El extremo frontal de RF comprende además medios de reconfiguración configurados para conectar cada uno de los mezcladores de frecuencia M a cualquiera de los N

osciladores locales, y para cambiar al menos una conexión establecida entre un mezclador de frecuencia y un oscilador local en una conexión entre el mezclador de frecuencia y un oscilador local diferente.

El extremo frontal de RF se puede conectar a un procesador GNSS que procesa las señales emitidas por cada una de las cadenas de RF. Cuando el receptor GNSS presenta capacidades de multiconstelación y/o multibanda, el receptor puede usar ventajosamente señales de diferentes GNSS o frecuencias. En consecuencia, la antena de cada una de las cadenas M RF puede capturar ondas electromagnéticas de varios GNSS como, por ejemplo, GPS, GLONASS, Galileo, etc. En algunos casos, las cadenas de RF pueden emitir señales con diferentes frecuencias correspondientes a un GNSS particular, o con diferentes frecuencias correspondientes a varios GNSS.

En este sentido, los medios de reconfiguración pueden cambiar las conexiones establecidas de los mezcladores de frecuencia de las cadenas de RF de un oscilador local a otro oscilador local de la pluralidad de N osciladores locales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, cada oscilador local de la pluralidad de N osciladores locales puede sintonizarse a una frecuencia diferente. En tal caso, La señal eléctrica extraída del puerto de salida de un mezclador de frecuencia puede incluir una u otra señal GNSS a una frecuencia que no esté filtrada por un filtro en una etapa de acondicionamiento de señal instalada entre el mezclador de frecuencia y la salida de la cadena de RF.

Por lo tanto, por ejemplo, cuando el mezclador de frecuencia de una cadena de RF está conectado a un primer oscilador local sintonizado a una primera frecuencia, la salida de la cadena de RF puede ser la señal GPS L2, y cuando los medios de reconfiguración cambian la conexión de dicho mezclador de frecuencia a un segundo oscilador local sintonizado a una segunda frecuencia, la salida de la cadena de RF puede ser la señal GPS L5, requiere poco o ningún ajuste del filtro en la etapa de acondicionamiento de señal. La señal de salida puede procesarse adicionalmente, por ejemplo por medio de un amplificador, un convertidor de analógico a digital, o directamente ingresado a un procesador GNSS.

Además, los medios de reconfiguración pueden cambiar las conexiones establecidas de modo que los mezcladores de frecuencia de dos cadenas de RF diferentes compartan un mismo oscilador local. Como dos cadenas de RF pueden emitir señales eléctricas correspondientes a una misma señal GNSS, en el que las señales eléctricas han sido convertidas en frecuencia por un mismo oscilador local, el procesador GNSS puede usar ambas señales para reflectometría GNSS, por ejemplo. Si el extremo frontal de RF comprende otras cadenas de RF además de las dos cadenas de RF que comparten dicho mismo oscilador local, los medios de reconfiguración pueden conectar el mezclador de frecuencia correspondiente a las cadenas de RF adicionales a otros osciladores locales; se pueden usar dichas cadenas de RF, por ejemplo, para navegación por satélite, reflectometría, o cualquier otra aplicación que el procesador GNSS pueda estar configurado para soportar.

El uso de un mismo oscilador local en dos o más cadenas de RF es importante para algunas aplicaciones, como la reflectometría o la detección y localización de interferencias, ya que está presente el mismo ruido de fase en la señal emitida por el oscilador. En estas aplicaciones, no es suficiente que las señales eléctricas GNSS de diferentes cadenas se mezclen con señales sinusoidales con la misma frecuencia, por ejemplo, tener dos osciladores locales separados sintonizados a una misma frecuencia.

Cuando hay tantos osciladores locales como mezcladores de frecuencia en el extremo frontal de RF, es decir, en el caso particular en el que $N = M$, los medios de reconfiguración pueden establecer conexiones entre los mezcladores de frecuencia y los osciladores locales de modo que no se conecte ningún oscilador a más de un mezclador de frecuencia. Si cada oscilador local está sintonizado a una frecuencia diferente, cada cadena de RF puede, por ejemplo, emitir una señal GNSS diferente.

En algunas realizaciones de la invención, N no es mayor que M, es decir, la pluralidad de osciladores locales comprende menos osciladores locales que las cadenas de RF, o el mismo número de osciladores locales que las cadenas de RF.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración están configurados además para conectar cualquiera de los N osciladores locales a una fuente de tensión, o desconectar cualquiera de los N osciladores locales de una fuente de tensión.

Cualquier oscilador local del extremo frontal de RF que no esté conectado a un mezclador de frecuencia puede desconectarse de su fuente de tensión y, por lo tanto, no drenar ninguna energía del sistema, que en algunos casos puede ser suministrado por una batería. En este sentido, los medios de reconfiguración pueden desconectar la conexión entre el oscilador local y la fuente de tensión o fuente de alimentación, por ejemplo, mediante reguladores de tensión que pueden encenderse y apagarse para conectar y desconectar el oscilador local de la fuente de tensión. En algunas realizaciones, una misma fuente de tensión puede suministrar energía a más de un oscilador local. En algunas de estas realizaciones, una misma fuente de tensión alimenta la tensión a cada uno de los N osciladores locales.

Cuando se va a utilizar un oscilador local que no esté alimentado, los medios de reconfiguración también pueden establecer una conexión entre una fuente de tensión y dicho oscilador local.

En una realización particular de la invención, la pluralidad de cadenas de RF comprende cuatro cadenas de RF (M es 4). En una realización particular de la invención, la pluralidad de osciladores locales comprende cuatro osciladores locales (N es 4).

5 En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración comprenden una pluralidad de resistencias de cero ohmios y una pluralidad de reguladores de tensión. El extremo frontal de RF ajusta las conexiones entre mezcladores de frecuencia y osciladores locales con resistencias de 0 ω : cuando las resistencias están soldadas en su lugar, se completa un circuito eléctrico y un mezclador de frecuencia puede recibir la señal generada por un
10 oscilador. En consecuencia, los medios de reconfiguración pueden cambiar las conexiones establecidas desoldando y soldando las resistencias.

La reconfiguración significa cambiar aún más las conexiones entre los osciladores locales y una fuente de tensión o fuentes de tensión respectivas por medio de reguladores de tensión. Los reguladores de tensión no solo estabilizan la tensión que alimenta los osciladores, también dejan que la corriente llegue a los osciladores cuando se encienden; cuando están apagados, se proporciona un circuito abierto y no se alimenta corriente a los osciladores.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración comprenden uno de: una pluralidad de relés de RF y una pluralidad de conmutadores de RF. Estos componentes proporcionan los medios de reconfiguración con capacidades de cambio de conexión dinámicas y/o automatizadas.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración están configurados además para, siendo el mezclador de frecuencia de una primera cadena de RF conectada a un primer oscilador local, cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de una segunda cadena de RF y un segundo oscilador local en una
25 conexión entre el mezclador de frecuencia de la segunda cadena de RF y el primer oscilador local.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración están configurados además para conectar los mezcladores de frecuencia de las cadenas RF tercera y cuarta a un oscilador local diferente del primer oscilador local para compartir dicho oscilador local diferente del primer oscilador local.

30 Un procesador GNSS conectado a un extremo frontal de RF que comprende cuatro cadenas de RF, cuatro osciladores locales y medios de reconfiguración pueden operar en varios modos, potencialmente permitiendo diferentes aplicaciones, con configuraciones tales como, por ejemplo: las cuatro cadenas de RF que tienen el mezclador de frecuencia conectado a diferentes osciladores locales, en el caso de osciladores locales sintonizados a diferentes frecuencias, las señales de salida pueden ser de una misma constelación GNSS o de diferentes
35 constelaciones GNSS; dos cadenas de RF que tienen el mezclador de frecuencia conectado a un mismo oscilador local, y las otras dos cadenas de RF que tienen el mezclador de frecuencia conectado a otro oscilador local diferente; dos cadenas de RF que tienen el mezclador de frecuencia conectado a un primer oscilador local, y las otras dos cadenas de RF que tienen el mezclador de frecuencia conectado a un segundo oscilador local; y tres
40 cadenas de RF que tienen el mezclador de frecuencia conectado a un primer oscilador local, y la otra cadena de RF que tiene el mezclador de frecuencia conectado a un segundo oscilador local.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración están configurados además para, siendo el mezclador de frecuencia de una primera cadena de RF conectada a un primer oscilador local, cambiar la conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de todas las demás cadenas de RF y cualquier oscilador local diferente del primer oscilador local en conexiones respectivas entre el mezclador de frecuencia de esas otras cadenas de RF y el primer oscilador local.

Un procesador GNSS puede aprovechar una configuración en la que cada uno de los mezcladores de frecuencia M utiliza un mismo oscilador local para la detección y ubicación de interferencias, por ejemplo.

Asimismo, los medios de reconfiguración pueden cambiar las conexiones establecidas y cambiar de esta u otra configuración a una combinación diferente de conexiones entre los mezcladores de frecuencia y los osciladores locales. En consecuencia, en algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración están
55 configurados además para, siendo el mezclador de frecuencia de una primera cadena de RF y el mezclador de frecuencia de una segunda cadena de RF conectada a un mismo oscilador local, cambiar la conexión entre el mezclador de frecuencia de una de esas dos cadenas de RF y dicho mismo oscilador local en una conexión entre el mezclador de frecuencia de esa cadena de RF y un oscilador local diferente de dicho mismo oscilador local.

60 Otro aspecto de la invención se refiere a un método para reconfigurar un extremo frontal de RF para sistemas satelitales de navegación global, en el que el extremo frontal de RF comprende una pluralidad N de osciladores locales y una pluralidad M de cadenas de RF que tienen, cada una, una antena, un amplificador de bajo ruido y un mezclador de frecuencia, en el que cada uno de dichos M mezcladores de frecuencia está conectado a cualquiera de dichos N osciladores locales. El método comprende cambiar una conexión establecida entre el mezclador de
65 frecuencia de una primera cadena de RF y un primer oscilador local en una conexión entre el mezclador de frecuencia de la primera cadena de RF y un segundo oscilador local.

Como un mezclador de frecuencia que estaba conectado a un oscilador local puede conectarse a un oscilador local diferente, El funcionamiento del extremo frontal de RF se ajusta porque el mezclador de frecuencia de una cadena de RF puede mezclar la señal eléctrica, que resulta de la onda capturada por la antena, con diferentes señales sinusoidales. En otras palabras, dependiendo de qué oscilador local esté conectado al mezclador de frecuencia, la señal de uno u otro oscilador local se ingresa al mezclador. Se pueden sintonizar diferentes osciladores locales a diferentes frecuencias, o se pueden sintonizar sobre la marcha si los osciladores locales son variables, así, el mezclador de frecuencia convierte la señal eléctrica en una función de la frecuencia del oscilador. En consecuencia, se pueden recuperar diferentes bandas GNSS -que tienen diferentes frecuencias portadoras- en la salida de la cadena de RF.

En algunas realizaciones, un usuario o personal involucrado en la operación del extremo frontal de RF puede desoldar resistencias de 0ω (cero ohmios) que conectan un mezclador de frecuencia de una primera cadena de RF a un primer oscilador local, y soldarlos en otros lugares (por ejemplo, otras placas de soldadura o rastros de una placa de circuito impreso) que pueden establecer una conexión diferente, particularmente una conexión que se origina desde el mismo mezclador de frecuencia (es decir, el mezclador de frecuencia de la primera cadena de RF) a un segundo oscilador local. En algunas realizaciones, el usuario o el personal cambian la posición de los puentes o los receptáculos a los que están conectados los cables microcoaxiales para cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de la primera cadena de RF y un primer oscilador local a una conexión establecida entre dicho mezclador de frecuencia y un segundo oscilador local. En algunas realizaciones, el usuario o el personal controla las señales (por ejemplo, las señales seleccionadas) que ajustan los circuitos de los relés de RF o los interruptores de RF, lo que hace que el mezclador de frecuencia de la primera cadena de RF cambie su conexión establecida de un primer oscilador local a un segundo oscilador local.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de una segunda cadena de RF y un oscilador local diferente del segundo oscilador local en una conexión entre el mezclador de frecuencia de la segunda cadena de RF y el segundo oscilador local.

Una configuración en la que los mezcladores de frecuencia de la primera y segunda cadenas de RF están conectados al segundo oscilador local hace que la señal eléctrica de cada cadena de RF se mezcle con la señal originada en el mismo oscilador local, así, la misma frecuencia y fase está presente en ambos mezcladores. Esto hace que el extremo frontal de RF sea potencialmente adecuado para aplicaciones en las que un procesador GNSS requiere que las señales GNSS capturadas por diferentes antenas se conviertan hacia abajo por una misma señal sinusoidal; como resultado, una onda sinusoidal con la misma frecuencia, el mismo ruido de fase y las mismas derivaciones de frecuencia están presentes en el mezclador de frecuencia de ambas cadenas de RF. Esto puede ser particularmente ventajoso, por ejemplo, para un procesador GNSS -conectable al extremo frontal de RF- que está configurado para procesar señales GNSS para reflectometría.

Además, en algunas de estas realizaciones, el método comprende cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de una cuarta cadena de RF y un oscilador local diferente del tercer oscilador local en una conexión entre el mezclador de frecuencia de la cuarta cadena de RF y el tercer oscilador local.

En ese caso, el extremo frontal de RF puede llegar a una configuración en la cual el mezclador de frecuencia de dos cadenas de RF (primera y segunda cadenas de RF) está conectado a un mismo oscilador local (segundo oscilador local), y el mezclador de frecuencia de otras dos cadenas de RF (tercero y cuarto cadenas RF) está conectado a otro mismo oscilador local (tercer oscilador local). En algunas de estas realizaciones, el segundo oscilador local está sintonizado a una primera frecuencia, y el tercer oscilador local está sintonizado a una segunda frecuencia. Dichas realizaciones pueden ser particularmente ventajosas, por ejemplo, para un procesador GNSS que está configurado para procesar señales GNSS para reflectometría correspondientes a dos bandas GNSS con diferentes frecuencias.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende tener el mezclador de frecuencia de dos cadenas de RF respectivas conectadas a un mismo oscilador local, cambiando una de esas conexiones establecidas en una conexión entre el mezclador de frecuencia de una de esas cadenas de RF en una conexión entre ese mezclador de frecuencia y otro oscilador local diferente de dicho mismo oscilador local. De este modo, el extremo frontal de RF puede variar su funcionamiento de modo que dos mezcladores de frecuencia diferentes dejen de compartir un oscilador local.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende cambiar las conexiones establecidas entre el mezclador de frecuencia de todas las cadenas de RF y un oscilador local diferente del segundo oscilador local en conexiones respectivas entre el mezclador de frecuencia de esas cadenas de RF y el segundo oscilador local. Un extremo frontal RF configurado de esta manera puede ser adecuado, por ejemplo, para un procesador GNSS que procesa señales GNSS para detectar y localizar interferencias, a saber, señales interferentes GNSS.

Cambiar la conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de cualquiera de las cadenas M RF (incluida la segunda, tercera y cuarta cadenas de RF descritas en algunas realizaciones de la invención) y cualquiera de los N osciladores locales puede realizarse de cualquiera de las maneras descritas anteriormente en relación con el cambio

de la conexión establecida entre el mezclador de frecuencia de la primera cadena de RF y un oscilador local.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende desconectar cualquiera de los N osciladores locales de una fuente de tensión que alimenta el oscilador local o los osciladores. En algunas realizaciones de la invención, el método comprende conectar cualquiera de los N osciladores locales a una fuente de tensión.

Un usuario o personal a cargo del extremo frontal de RF puede desconectar un oscilador de una fuente de tensión para ahorrar algo de energía cuando un oscilador local no está conectado al mezclador de frecuencia de ninguna de las cadenas de RF M, por ejemplo. A la inversa, el usuario o el personal pueden conectar un oscilador local a una fuente de tensión para que se alimente nuevamente. Estas tareas pueden llevarse a cabo, por ejemplo, deshabilitar/habilitar (o apagar/encender) un regulador de tensión conectado entre la fuente de tensión y el oscilador local.

Breve descripción de los dibujos

Para completar la descripción y para proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, que no debe interpretarse como que restringe el alcance de la invención, pero solo como un ejemplo de cómo se puede llevar a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

Las figuras 1A a 1C son extremos frontales de RF de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

La figura 2 es un extremo frontal de RF de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Las figuras 3A a 3D muestran el extremo frontal de RF de la figura 2 con diferentes conexiones establecidas de los medios de reconfiguración.

Descripción de una manera para llevar a cabo la invención

Una representación de un extremo frontal de RF de acuerdo con una realización de la presente invención se muestra en la figura 1A en forma de diagrama de bloques. El extremo frontal comprende una pluralidad de cadenas de RF que incluyen tres cadenas de RF 101-103 ($M = 3$), y una pluralidad de osciladores locales 151-152 ($N = 2$).

Cada cadena de RF comprende una antena 111-113, una primera etapa de acondicionamiento de señal 121-123, un mezclador de frecuencia 131-133 y una segunda etapa de acondicionamiento de señal 141-143.

Cada una de las primeras etapas de acondicionamiento de señal 121-123 puede comprender un filtro tal como un filtro de paso de banda o un filtro de paso bajo, y/o un amplificador (por ejemplo, un amplificador de bajo ruido). La primera etapa de acondicionamiento puede filtrar componentes de frecuencia no deseados de señales eléctricas correspondientes a las ondas electromagnéticas capturadas por las antenas, y/o amplificar las señales eléctricas.

Las segundas etapas de acondicionamiento de señal 141-143 pueden comprender un amplificador y/o un filtro tal como un filtro de paso bajo o un filtro de paso de banda (por ejemplo, filtro anti-distorsión de frecuencia intermedia), y/o un convertidor analógico a digital (ADC). Dichas etapas pueden filtrar aún más la parte del espectro que no es de interés después de que la señal eléctrica se haya mezclado con la señal sinusoidal (generada por el oscilador local) en el mezclador de frecuencia. La señal eléctrica también puede amplificarse después de haber sido filtrada. Y antes de la salida de la cadena de RF, la señal eléctrica puede digitalizarse por medio de un convertidor analógico a digital.

El extremo frontal de RF se puede conectar a un procesador GNSS que procesa las señales recibidas en cada una de las cadenas de RF. Como tal, un procesador GNSS puede incluir entradas para cada cadena de RF para procesar las respectivas señales eléctricas. Dicho procesador está fuera del alcance de la presente invención.

Cada uno de los N osciladores locales 151, 152 está conectado a un reloj 190 que proporciona una señal de referencia a los osciladores locales; el reloj 190 puede ser, por ejemplo, un oscilador que incluye un cristal vibrante. Los osciladores locales pueden ser alimentados por la fuente de tensión 170. Los dos osciladores locales 151, 152 están interconectados con cada mezclador de frecuencia 131-133, de tal manera que la reconfiguración sea posible, como se explicará a continuación.

El extremo frontal de RF comprende además medios de reconfiguración 161-163, 181-182 que pueden ajustar las conexiones 161-163 para que un mezclador de frecuencia se conecte a un oscilador local u otro. Por ejemplo, las conexiones 161-163 pueden conmutarse de modo que los mezcladores de frecuencia 131, 132 compartan el oscilador local 151, y el mezclador de frecuencia 133 use el oscilador local 152, en cuyo caso las cadenas de RF 101, 102 que comparten un oscilador local 151 pueden usarse para reflectometría y la cadena de RF 103 que usa un oscilador diferente 152 puede usarse para fines de navegación, por ejemplo; o las conexiones 161-163 pueden cambiarse de modo que todos los mezcladores de frecuencia 131-133 y, por lo tanto, todas las cadenas de RF 101-103 compartan el oscilador local 152 como, por ejemplo, en aplicaciones como detección y localización de interferencias GNSS.

Los medios de reconfiguración pueden ajustar adicionalmente las conexiones 181, 182 para conectar/desconectar fuentes de alimentación de tensión a/desde los osciladores locales 151, 152. Cuando los osciladores locales son utilizados por uno o más mezcladores de frecuencia, los medios de reconfiguración conectan los osciladores locales 151, 152 a la fuente de tensión ajustando las conexiones 181, 182, mientras que cuando no se usa un oscilador local, por ejemplo, cuando las tres cadenas de RF 101-103 comparten un mismo oscilador local, los medios de reconfiguración pueden desconectar el oscilador local no utilizado de la fuente de tensión actuando sobre la conexión 181 o 182.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración comprenden resistencias de 0 ω (cero ohmios) que ajustan las conexiones 161-163; las resistencias están soldadas para conectar eléctricamente un mezclador de frecuencia a un oscilador local. En este sentido, un extremo frontal GNSS RF reconfigurable puede incluir una pluralidad de trazas, pistas y/o almohadillas de soldadura en una placa de circuito impreso de modo que un usuario pueda reconfigurar las conexiones entre mezcladores de frecuencia y osciladores locales que se cierran con resistencias de cero ohmios a los circuitos abiertos. Una conexión establecida de los medios de reconfiguración se puede cambiar desoldando la resistencia/s de cero ohmios correspondiente y la resistencia/s de soldadura en las posiciones que proporcionan la conexión buscada.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración comprenden relés de RF o conmutadores de RF que presentan preferiblemente un alto aislamiento y bajas pérdidas de inserción que pueden ajustar las conexiones 161-163. Los medios de reconfiguración pueden controlar señales (es decir, seleccionar señales) que modifican la configuración de dichos relés (los contactos de un relé de RF están en circuito abierto o en cortocircuito) o interruptores (se realiza una conexión entre un primer contacto y uno de los varios contactos que completan uno u otro circuito). Un operador puede variar, remotamente, las señales de control, o incluso hacer que se ajusten dinámicamente usando, por ejemplo, un microcontrolador.

En algunas realizaciones de la invención, los medios de reconfiguración comprenden reguladores de tensión que ajustan las conexiones 181, 182; los reguladores de tensión pueden habilitar o deshabilitar el flujo de corriente entre la fuente de tensión 170 y un oscilador local. Por lo tanto, cuando ninguno de los mezcladores de frecuencia 131-133 utiliza un oscilador local, un usuario puede apagar el regulador de tensión asociado a dicho oscilador local y ahorrar energía. El regulador de tensión puede volver a encenderse cuando los medios de reconfiguración conectan un mezclador de frecuencia al oscilador local. Además, cuando el regulador de tensión está encendido, la tensión suministrada al oscilador local permanece ventajosamente estable, así, los reguladores protegen a los osciladores de sobrecorriente que pueden dañar sus circuitos.

La figura 1B es un extremo frontal de RF de acuerdo con otra realización de la presente invención similar al extremo frontal de RF de la figura 1A. En esta realización, los amplificadores 191, 192 están conectados respectivamente a los osciladores locales 151, 152 en sus salidas de manera que se ajusta la amplitud de las señales sinusoidales introducidas en los mezcladores de frecuencia 131-133.

La figura 1C es un extremo frontal de RF de acuerdo con otra realización de la invención similar a los extremos frontales de RF de las figuras 1A y 1B. La salida del oscilador local 151 se divide en dos ramas o rutas de señal: una primera rama o ruta de señal se enruta hacia uno de los mezcladores de frecuencia 131, mientras que la segunda rama o ruta de señal se enruta hacia los mezcladores de frecuencia restantes 132, 133. De manera similar, la salida del oscilador 152 se divide en dos ramas: una primera enrutada hacia el mezclador de frecuencia 133, y la segunda enrutadora hacia los mezcladores de frecuencia 131, 132.

Los amplificadores 191, 192 están conectados respectivamente a los osciladores locales 151, 152 en las segundas ramas. En consecuencia, dependiendo de las conexiones establecidas por los medios de reconfiguración 161-163, puede ser conveniente ajustar los amplificadores 191, 192 de manera que las señales oscilantes se proporcionen a cada mezclador de frecuencia 131-133 con una amplitud sustancialmente similar; por ello, si, por ejemplo, varios mezcladores de frecuencia están conectados a un mismo oscilador local, se puede aumentar la ganancia del amplificador conectado a dicho oscilador.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un extremo frontal de RF de acuerdo con otra realización de la presente invención. El extremo frontal de RF comprende una pluralidad de cadenas de RF que incluyen cuatro cadenas de RF 201-204 ($M = 4$), una pluralidad de osciladores locales que incluyen cuatro osciladores locales 251-254 ($N = 4$) que pueden ser alimentados respectivamente por fuentes de tensión 271-274, un reloj 290 que proporciona una señal de referencia a los osciladores locales 251-254, y los medios de reconfiguración 261-264, 281-284.

Las cadenas de RF 201-204 comprenden, respectivamente, antenas 211-214, primeras etapas de acondicionamiento de señal 221-224, mezcladores de frecuencia 231-234 y segundas etapas de acondicionamiento de señal 241-244. La primera y segunda etapas de acondicionamiento 221-224, 241-244 pueden ser similares a la primera y segunda etapas de acondicionamiento 121-123, 141-143, respectivamente, como se describe con referencia a las figuras 1A-1C.

Los medios de reconfiguración 261-264, 281-284 están configurados para conectar el mezclador de frecuencia de cada cadena de RF a cualquier oscilador local del extremo frontal de RF ajustando las conexiones 261-264. Al igual que en las realizaciones mencionadas en relación con las figuras 1A-1C, las conexiones 261-264 pueden ajustarse mediante resistencias de 0ω (cero ohmios), por relés de RF, mediante interruptores RF que presentan preferiblemente un alto aislamiento y bajas pérdidas de inserción, o por cualquier otro medio que una persona experta pueda contemplar. Los medios de reconfiguración están configurados además para habilitar o deshabilitar la fuente de alimentación de un oscilador local ajustando las conexiones 281-284, así, cuando un oscilador local no está conectado a ningún mezclador de frecuencia, el oscilador local puede estar desconectado de la fuente de tensión correspondiente 271-274, mientras que cuando un oscilador local está conectado al menos a un mezclador de frecuencia, el oscilador local está conectado a la fuente de tensión correspondiente 271-274.

El extremo frontal de RF que se muestra en la figura 3A es el extremo frontal de la figura 2 cuando los medios de reconfiguración establecen conexiones 261a, 262b, 263c, 264d. Como resultado, el mezclador de frecuencia 231 está conectado al oscilador local 251, el mezclador de frecuencia 232 está conectado al oscilador local 252, el mezclador de frecuencia 233 está conectado al oscilador local 253, y el mezclador de frecuencia 234 está conectado al oscilador local 254. Además, debido a las conexiones 281a- 284a de los medios de reconfiguración, los osciladores locales son alimentados por las respectivas fuentes de tensión 271-274.

Con la configuración que se muestra en la figura 3A en la que cada mezclador de frecuencia utiliza un oscilador local diferente, un procesador GNSS conectable al extremo frontal de RF puede usar las señales en las salidas de las cadenas de RF 201-204 para navegación por satélite, por ejemplo.

En la figura 3B, la reconfiguración significa cambiar una conexión establecida de 262b a 262a, dando como resultado que el mezclador de frecuencia 232 se conecte al oscilador local 251. Como se puede observar, el oscilador local 251 ahora es compartido por las cadenas de RF 201, 202 y el oscilador local 252 no se utiliza. La reconfiguración significa desconectar aún más el oscilador local 252 de la fuente de tensión 272 por medio de la conexión 282b, por ejemplo apagando un regulador de tensión. Por lo tanto, solo los tres osciladores locales 251, 253, 254 conectados a los mezcladores de frecuencia 231-234 reciben energía por medio de fuentes de tensión 271, 273, 274, respectivamente.

Como los mezcladores de frecuencia 231, 232 comparten un mismo oscilador local 251, las correspondientes cadenas de RF 201, 202 pueden ser utilizadas ventajosamente por un procesador GNSS para reflectometría, por ejemplo, mientras que los mezcladores de frecuencia 233, 234 que usan diferentes osciladores locales pueden usarse para la navegación por satélite.

Además del oscilador local 251 compartido por los mezcladores de frecuencia 231, 232, en la figura 3C, los mezcladores de frecuencia 233, 234 también comparten un mismo oscilador local 254; con este fin, los medios de reconfiguración establecen la conexión 263d. Por lo tanto, un primer par de mezcladores de frecuencia 231, 232 usa un primer oscilador local 251, y un segundo par de mezcladores de frecuencia 233, 234 usa un segundo oscilador local 254. Como el oscilador local 253 no se usa en la configuración de la figura 3C, los medios de reconfiguración también pueden desconectarlo de la fuente de tensión 273 cambiando la conexión a 283b.

En ese caso, un procesador GNSS puede, por ejemplo, usar el primer par de cadenas de RF 201, 202 para reflectometría, y el segundo par de cadenas de RF 203, 204 también para reflectometría.

En cuanto a la figura 3D, todos los osciladores locales están desconectados de sus respectivas fuentes de tensión: conexiones 281b, 283b, 284b de los medios de reconfiguración, a excepción del oscilador local 252 que permanece conectado a la fuente de tensión 272 -conexión 282a de los medios de reconfiguración-. Todos los mezcladores de frecuencia 231-234 comparten el oscilador local 252 por medio de las conexiones 261b-264b de los medios de reconfiguración. En algunas realizaciones, se puede conectar un procesador GNSS a un extremo frontal de RF con dicha configuración y usar las señales en las salidas de las cadenas de RF para la detección y localización de interferencias GNSS.

Dado que los medios de reconfiguración establecen las conexiones de los mezcladores de frecuencia a los osciladores locales, el extremo frontal de RF de la figura 2 puede admitir varios modos de operación, como los ejemplos representados en las figuras 3A, 3B, 3C y 3D. Asimismo, los medios de reconfiguración pueden ajustar las conexiones 261-264, 281-284 y llegar a cualquiera de las configuraciones de las figuras 3A-3D a partir de cualquier otra de las configuraciones de las figuras 3A-3D.

Será evidente para el experto en la materia que otras configuraciones posibles son posibles en el extremo frontal de RF de la figura 2, es decir, en general, se puede llegar a cualquier configuración a partir de cualquier otra configuración, ajustando las conexiones 261-264, o que otro extremo frontal de RF que incluye diferentes combinaciones de cadenas de RF y osciladores locales también puede presentar otras configuraciones debido a las capacidades de los medios de reconfiguración. En este sentido, las realizaciones mostradas en las figuras 1A-1C, 2, 3A-3D se pueden combinar de varias maneras; solo para nombrar algunos ejemplos no limitativos, las realizaciones

correspondientes a las Figuras 2, 3A-3D pueden incluir una sola fuente de tensión que alimenta todos los osciladores locales (como en las figuras 1A-1C) en lugar de fuentes de tensión separadas que alimentan un oscilador local, y los osciladores locales pueden conectarse a amplificadores antes del mezcladores de frecuencia (como en las figuras 1B-1C).

5 Los osciladores locales 151, 152, 251-254 no están limitados a ningún tipo particular de osciladores, y pueden implementarse en diferentes formas conocidas en la técnica tales como, por ejemplo, osciladores controlados por tensión (VCO), osciladores de frecuencia variable (VFO), osciladores controlados numéricamente (NCO) y sintetizadores de frecuencia.

10 Cabe señalar que los medios de reconfiguración de cualquiera de las figuras 1A-1C, 2, 3A-3D son representaciones esquemáticas y no deben tomarse como limitativas. Es claro para el experto en la materia que diferentes implementaciones de los medios de reconfiguraciones, que no sean resistencias de 0ω (cero ohmios) y/o reguladores de tensión, es posible. Algunas implementaciones no limitantes son los cables microcoaxiales (por
15 ejemplo, una pluralidad de receptáculos para cables microcoaxiales pueden conectarse eléctricamente a almohadillas de soldadura o trazas de una placa de circuito impreso, para que la conexión de un cable a diferentes receptáculos resulte en diferentes conexiones establecidas) y puentes. Algunas otras implementaciones no limitantes que permiten un control más dinámico o automatizado de los medios de reconfiguración son los relés de RF y los interruptores de RF que presentan preferiblemente un alto aislamiento y bajas pérdidas de inserción.

20 En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (como "que comprende", etc.) no debe entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define puede incluir elementos adicionales, etapas, etc.

25

REIVINDICACIONES

1. Un extremo frontal RF para sistemas de navegación global por satélite que comprende:

una pluralidad M de cadenas RF (201-204), M siendo un número natural mayor de uno, comprendiendo cada cadena de RF (201-204) al menos:
una antena (211-214), un amplificador de bajo ruido y un mezclador de frecuencia (231-234); y
una pluralidad N de osciladores locales (251-254), N siendo un número natural mayor de uno;

caracterizado por que

el extremo frontal de RF comprende además medios de reconfiguración (261-264, 281-284) configurados para conectar cada uno de los M mezcladores de frecuencia (231-234) a cualquiera de los N osciladores locales (251-254), y para cambiar al menos una conexión establecida entre un mezclador de frecuencia (231-234) y un oscilador local (251-254) en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) y un oscilador local diferente (251-254).

2. El extremo frontal de RF de la reivindicación 1, en el que N no es mayor que M.

3. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de reconfiguración (261-264, 281-284) están configurados además para conectar cualquiera de los N osciladores locales (251-254) a una fuente de tensión (170, 271-274) o desconectar cualquiera de los N osciladores locales (251-254) de una fuente de tensión (170, 271-274).

4. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que M es 4.

5. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de reconfiguración (261-264, 281-284) comprenden una pluralidad de resistencias de cero ohmios y una pluralidad de reguladores de tensión.

6. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los medios de reconfiguración (261-264, 281-284) comprenden uno de: una pluralidad de relés de RF y una pluralidad de conmutadores de RF.

7. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de reconfiguración (261-264, 281-284) están configurados además, estando el mezclador de frecuencia (231-234) de una primera cadena de RF (201-204) conectado a un primer oscilador local (251-254), para cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia (231-234) de una segunda cadena de RF (201-204) y un segundo oscilador local (251-254) en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de la segunda cadena de RF (201-204) y el primer oscilador local (251-254).

8. El extremo frontal de RF de la reivindicación 7, en el que los medios de reconfiguración están configurados además para conectar los mezcladores de frecuencia (231-234) de las tercera y cuarta cadenas de RF (201-204) a un oscilador local (251-254) diferente del primer oscilador local (251-254) para compartir dicho oscilador local (251-254) diferente del primer oscilador local (251-254).

9. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de reconfiguración están configurados además, estando el mezclador de frecuencia (231-234) de una primera cadena de RF (201-204) conectado a un primer oscilador local (251-254), para cambiar la conexión establecida entre el mezclador de frecuencia (231-234) de todas las demás cadenas de RF (201-204) y cualquier oscilador local (251-254) diferente del primer oscilador local (251-254) en conexiones respectivas entre el mezclador de frecuencia (231-234) de esas otras cadenas de RF (201-204) y el primer oscilador local (251-254).

10. El extremo frontal de RF de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de reconfiguración están configurados además, estando el mezclador de frecuencia (231-234) de una primera cadena de RF (201-204) y el mezclador de frecuencia (231-234) de una segunda cadena de RF (201-204) conectados a un mismo oscilador local (251-254), para cambiar la conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de una de esas dos cadenas de RF (201-204) y dicho mismo oscilador local (251-254) en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de esa cadena de RF (201-204) y un oscilador local (251-254) diferente de dicho mismo oscilador local (251-254).

11. Un método para reconfigurar un extremo frontal RF para sistemas satelitales de navegación global, en el que el extremo frontal de RF comprende una pluralidad N de osciladores locales (251-254) y una pluralidad M de cadenas RF (201-204) que tienen, cada una, una antena (211-214), un amplificador de bajo ruido y un mezclador de frecuencia (231-234), en donde cada uno de los M mezcladores de frecuencia (231-234) está conectado a cualquiera de los N osciladores locales (251-254), M siendo un número natural mayor de uno y N siendo un número natural mayor de uno, comprendiendo el método:

- cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia (231-234) de una primera cadena de RF

(201-204) y un primer oscilador local (251-254) en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de la primera cadena de RF (201-204) y un segundo oscilador local (251-254).

12. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

- cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia (231-234) de una segunda cadena de RF (201-204) y un oscilador local (251-254) diferente del segundo oscilador local (251-254) en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de la segunda cadena de RF (201-204) y el segundo oscilador local (251-254).

13. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

- teniendo el mezclador de frecuencia (231-234) de dos cadenas de RF respectivas (201-204) conectadas a un mismo oscilador local (251-254), cambiar una de esas conexiones establecidas en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de una de esas cadenas de RF (201-204) en una conexión entre ese mezclador de frecuencia (231-234) y otro oscilador local (251-254) diferente de dicho mismo oscilador local (251-254).

14. El método de la reivindicación 12, en el que el mezclador de frecuencia (231-234) de una tercera cadena de RF (201-204) está conectado a un tercer oscilador local (251-254); y el método comprende además:

- cambiar una conexión establecida entre el mezclador de frecuencia (231-234) de una cuarta cadena de RF (201-204) y un oscilador local (251-254) diferente del tercer oscilador local (251-254) en una conexión entre el mezclador de frecuencia (231-234) de la cuarta cadena de RF (201-204) y el tercer oscilador local (251-254).

15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-12, que comprende adicionalmente:

- cambiar las conexiones establecidas entre el mezclador de frecuencia (231-234) de todas las cadenas de RF (201-204) y un oscilador local (251-254) diferente del segundo oscilador local (251-254) en conexiones respectivas entre el mezclador de frecuencia (231-234) de esas cadenas de RF (201-204) y el segundo oscilador local (251-254).

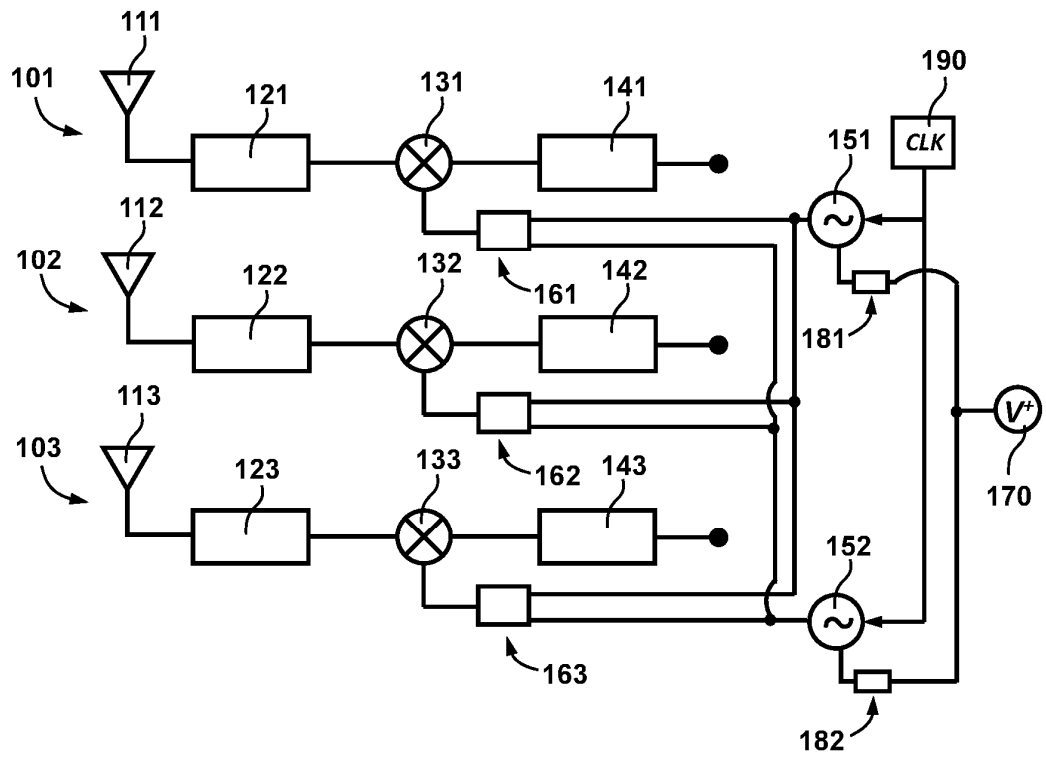


FIG. 1A

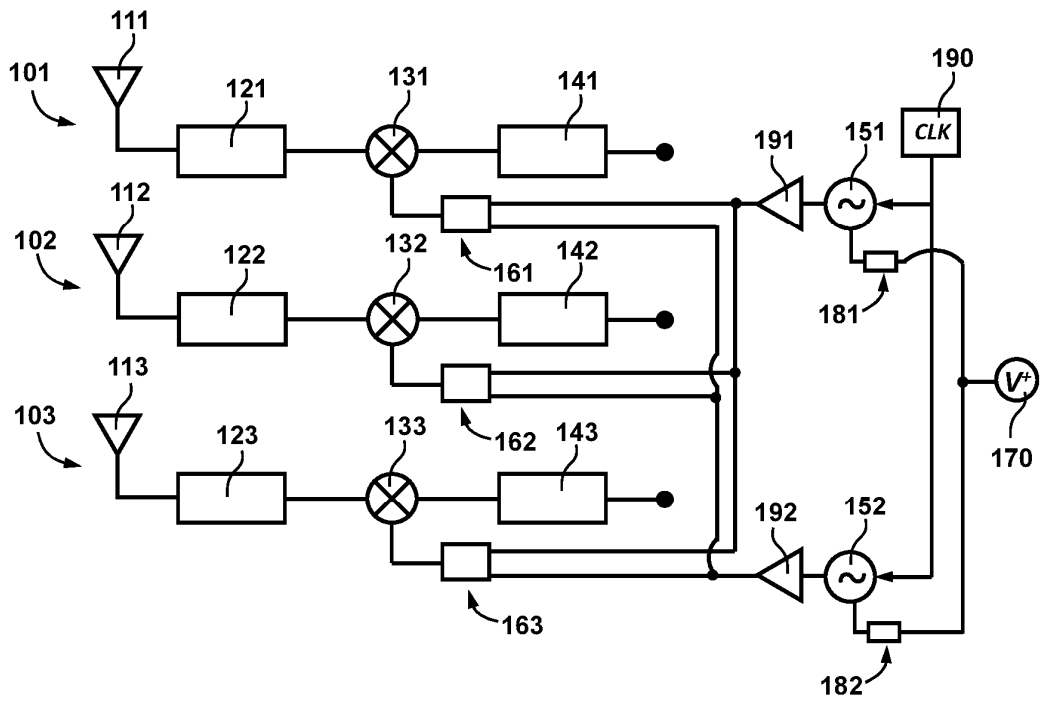


FIG. 1B

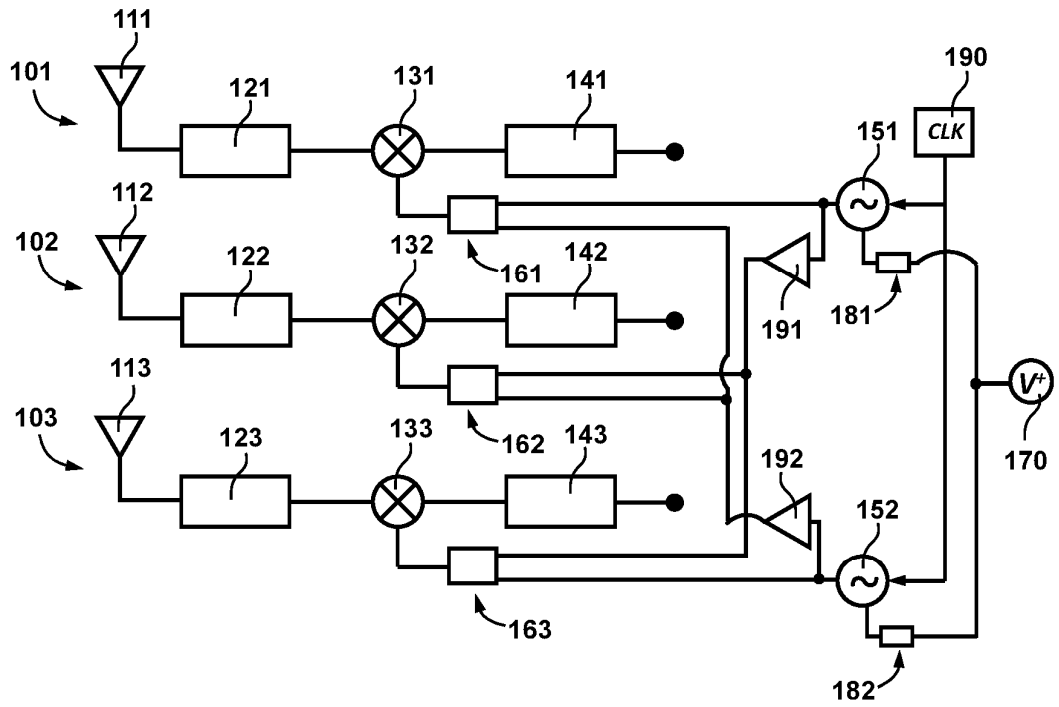


FIG. 1C

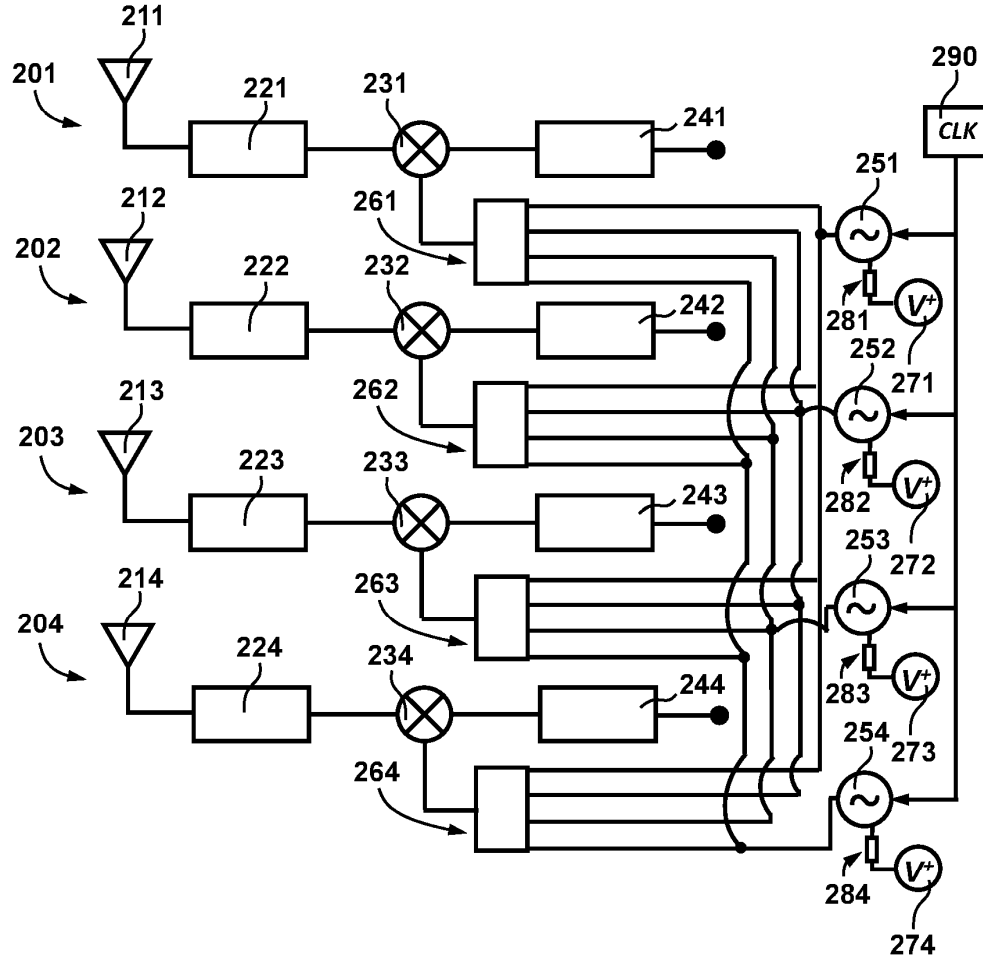


FIG. 2

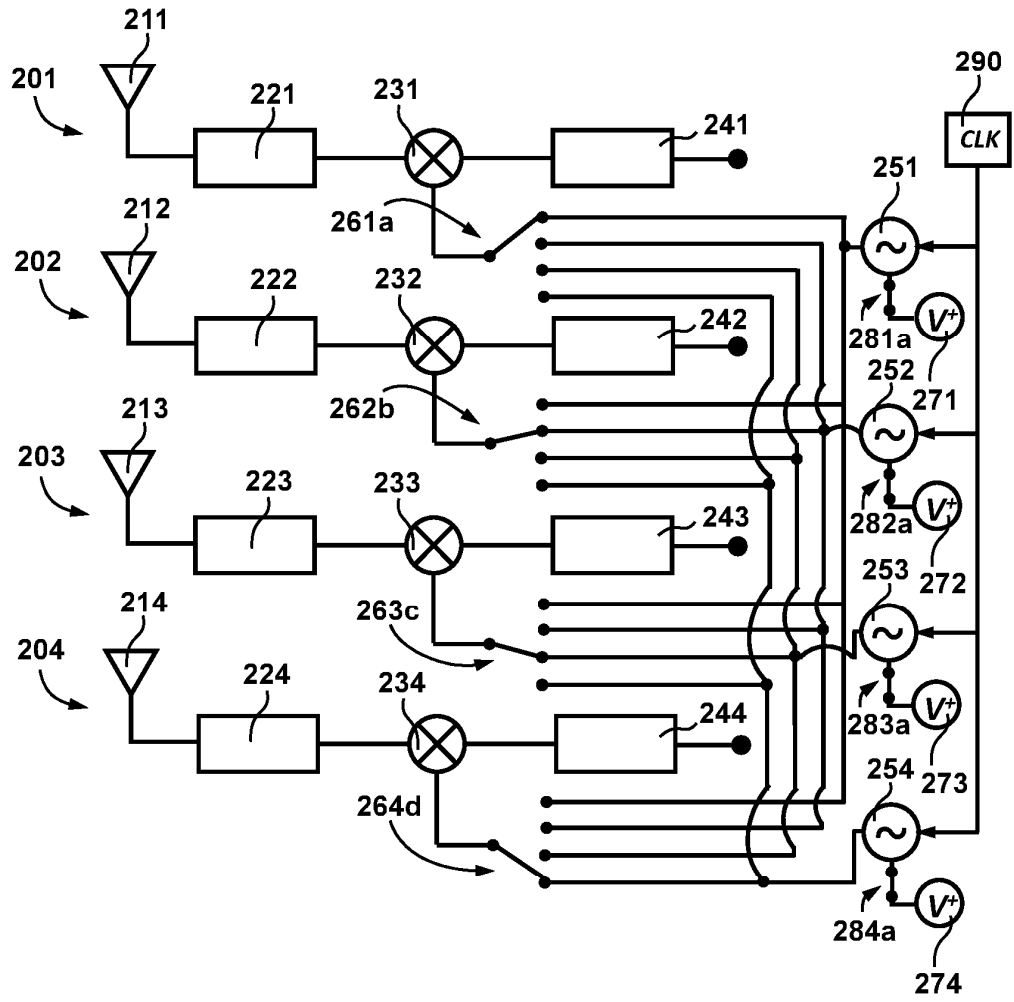


FIG. 3A

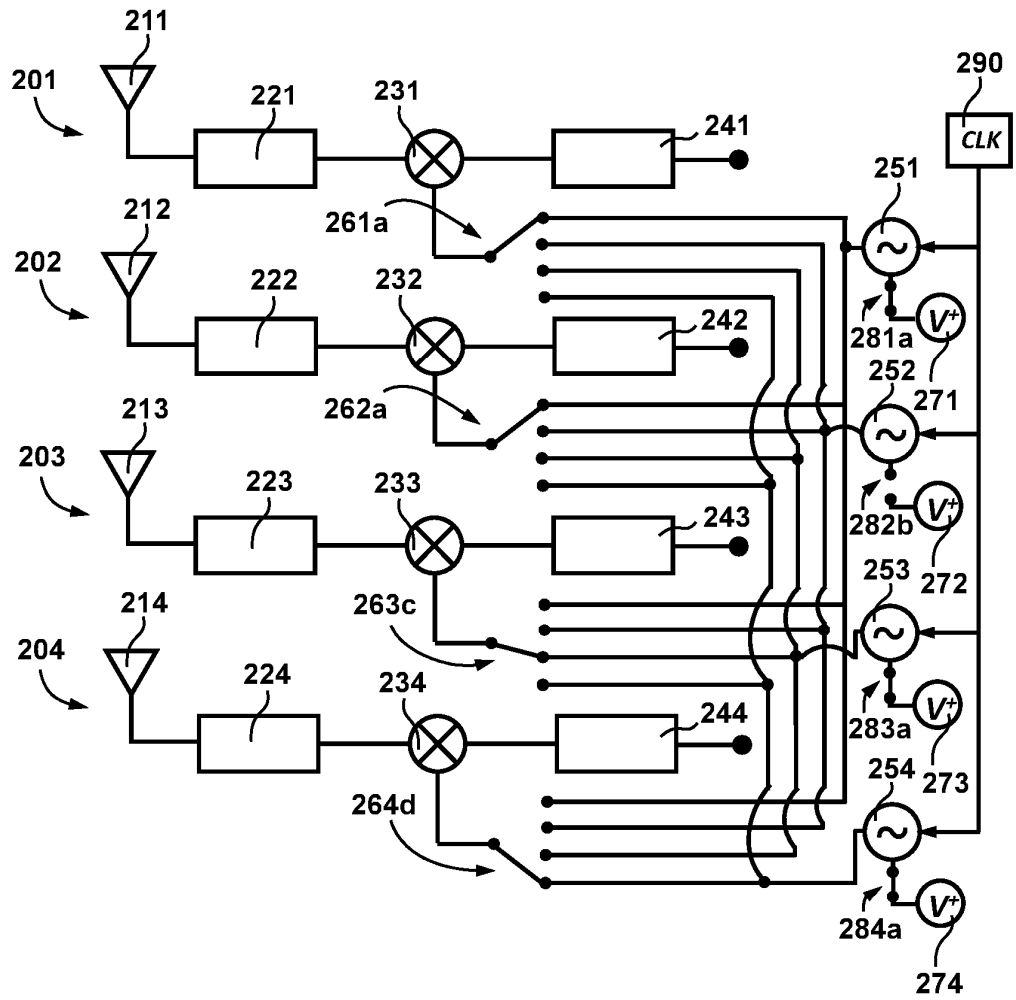


FIG. 3B

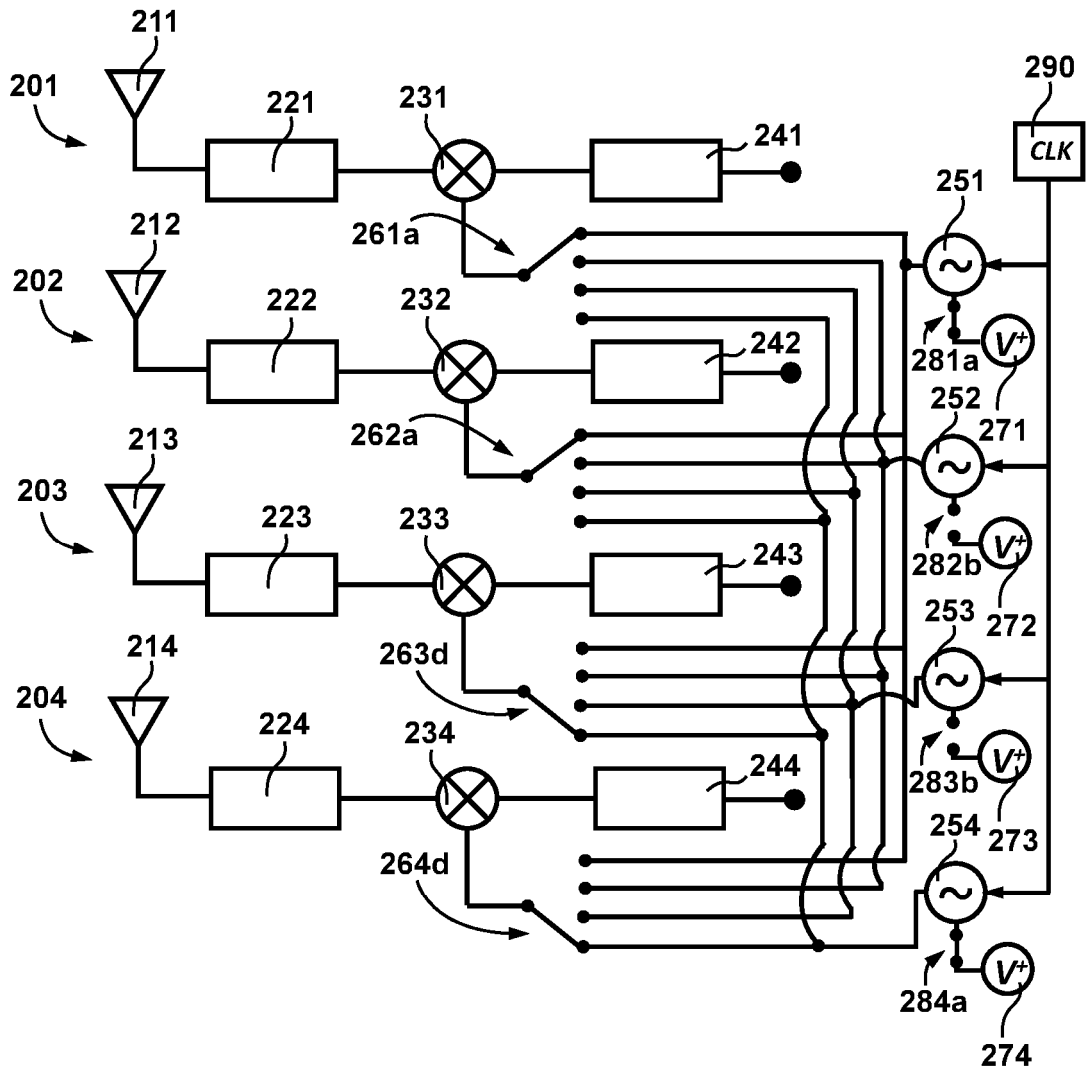


FIG. 3C

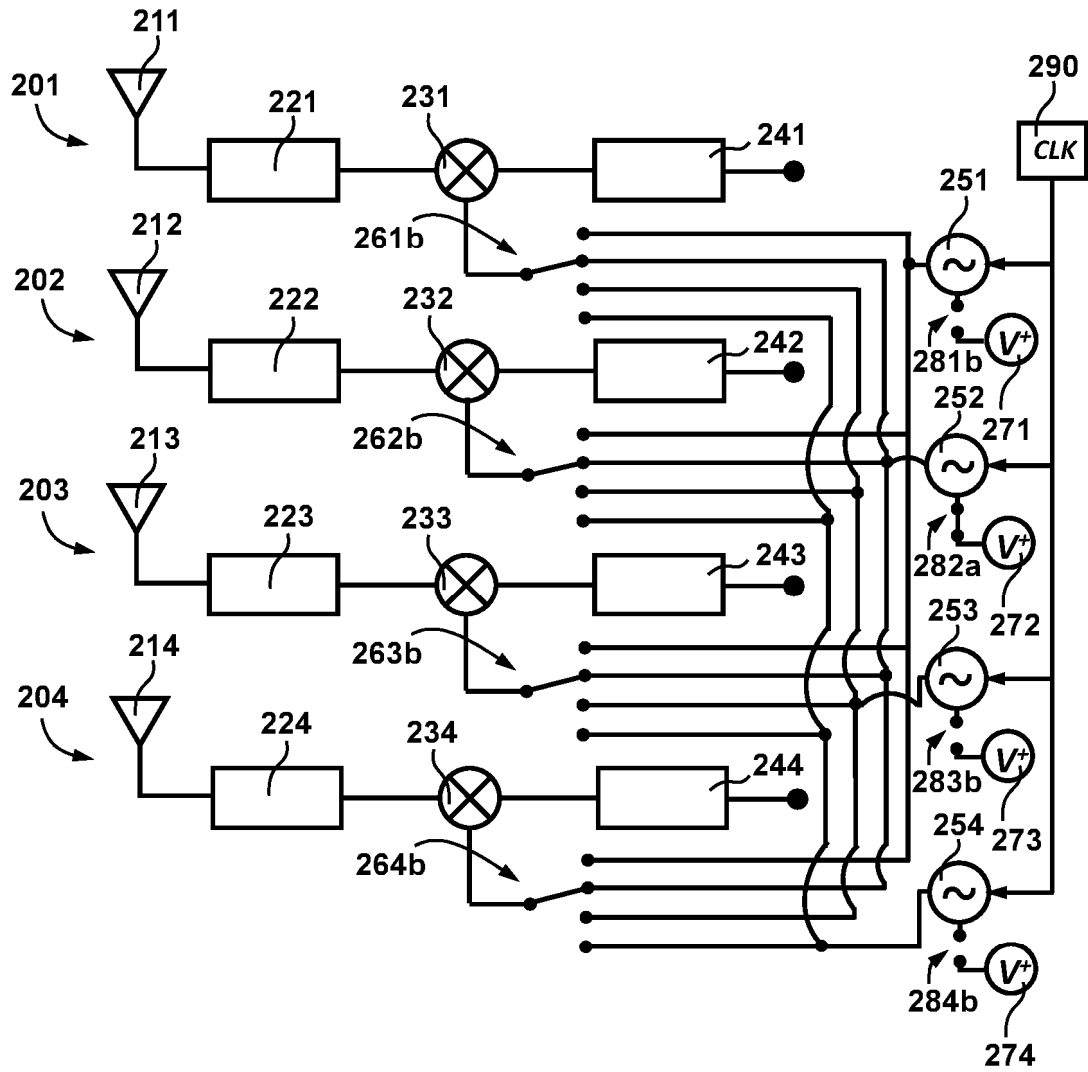


FIG. 3D