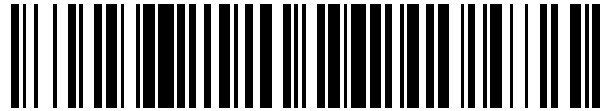


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 459 443**

51 Int. Cl.:

**H03D 7/18**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2009 E 09164335 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2175554**

54 Título: **Mezclador heterodino reconfigurable y procedimientos de configuración**

30 Prioridad:

**04.07.2008 FR 0803813**

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

**09.05.2014**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
45, RUE DE VILLIERS  
92200 NEUILLY-SUR-SEINE, FR**

72 Inventor/es:

**ULIAN, PATRICE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 459 443 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

Mezclador heterodino reconfigurable y procedimientos de configuración

La presente invención se refiere al campo de los mezcladores heterodinios para señales electromagnéticas. De manera más particular, la invención se refiere a los dispositivos que permiten reducir las señales parásitas en la salida de un mezclador heterodino.

Por lo general, un mezclador heterodino comprende al menos un oscilador local, con la referencia OL, que permite mezclar una señal de entrada, con la referencia RF, con el fin de generar una señal útil en una frecuencia intermedia, con la referencia FI.

Un problema habitual de los mezcladores es la generación de numerosos productos de mezclas, también llamados productos de intermodulación. Estas señales parásitas son los productos en las frecuencias  $\pm mRF \pm nOL$ , siendo  $\{n, m\}$  números enteros naturales. En particular, el problema se acentúa cuando los espectros del oscilador y/o de la señal de entrada son muy amplios. En este último caso, numerosas señales parásitas se encuentran en la banda útil o próximas a la banda útil en la salida del mezclador.

Una solución conocida es eliminar en la salida del mezclador los productos de mezclas parásitas mediante un dispositivo de filtrado adecuado. Esta solución presenta la ventaja de filtrar de forma eficaz las señales parásitas alrededor de la señal útil pero presenta el principal inconveniente de no poder tratar las señales parásitas en la banda útil o próximas a la banda útil.

Otra solución consiste en seleccionar unas arquitecturas de mezcladores heterodinios diseñadas para eliminar ciertas señales parásitas por construcción.

Entre estas arquitecturas, existen mezcladores simplemente equilibrados que son el resultado de la asociación de dos mezcladores simples por medio de divisores y de combinadores en los accesos RF y/o OL y/o FI. El uso de este tipo de mezcladores permite reducir a la mitad el número de líneas parásitas en la banda útil.

La figura 1 representa dicho mezclador simplemente equilibrado. El mezclador comprende un primer divisor 1 que permite dividir una señal RF de entrada en dos señales RF1 y RF2 equilibradas en amplitud, pudiendo ser diferentes las fases de RF1 y RF2. Un segundo divisor 3 permite dividir la señal OL en dos señales OL1, OL2 de la misma amplitud y cuyas fases pueden ser diferentes.

Dos mezcladores 4, 5 mezclan respectivamente, por una parte, la señal RF1 y la señal OL1 en una primera señal útil FI1 y, por otra parte, la señal RF2 y la señal OL2 en una segunda señal útil FI2.

Las señales FI1 y FI2 tienen la misma amplitud y el mismo espectro. Pueden, por el contrario, comprender un desplazamiento de fase entre ellas según los desplazamientos de fase de OL1 y OL2, por una parte, y de RF1 y RF2, por otra parte.

Un combinador 2 permite combinar las señales FI1 y FI2 en una señal de salida FI útil. De acuerdo con el valor de desplazamiento de fase de FI1 y FI2, es habitual establecer un acoplador de Wilkinson para un desplazamiento de fase entre FI1 y FI2 de  $0^\circ$ , un acoplador de Lange o también llamado en la terminología anglosajona « branch-line » para un desplazamiento de fase de  $90^\circ$  y un acoplador de Marchand para un desplazamiento de fase de  $180^\circ$ .

Mediante la combinación, el principio de dicha arquitectura permite reducir ciertas líneas parásitas por la construcción de la señal FI. Algunas señales parásitas se anulan simplemente mediante la suma que comprende un desplazamiento de fase por ejemplo de  $180^\circ$ .

Otras arquitecturas más complejas permiten suprimir un mayor número de líneas por construcción. Por ejemplo, entre estas, hay mezcladores doblemente equilibrados o mezcladores triplemente equilibrados.

La figura 2 representa un ejemplo de una arquitectura de un mezclador doblemente equilibrado que comprende un divisor 1 de la señal RF. El divisor 1 permite la obtención de dos señales RF1 y RF2 equilibradas en amplitud cuyas fases pueden ser diferentes según el desplazamiento de fase introducido por el divisor.

Un divisor 3 permite, como anteriormente, dividir la señal procedente del oscilador local con el fin de obtener dos señales OL1, OL2 equilibradas en amplitud. Cuatro mezcladores 20, 21, 22 y 23 permiten mezclar las señales RF1, RF2 con las señales OL1 y OL2 con el fin de obtener las señales FI1 y FI2. Las señales FI1, FI2 se recombinan entonces en un combinador 2 con el fin de obtener una señal de salida FI.

Esta solución, más compleja que el mezclador simplemente equilibrado, permite mediante los desplazamientos de fase entre las señales OL1 y OL2 y entre las señales RF1 y RF2 y, por último, entre las señales FI1 y FI2 suprimir en parte las señales parásitas durante la combinación en el combinador de salida (2).

Esta solución presenta la ventaja de poder suprimir las señales parásitas en la banda útil o próximas a la banda útil mediante una simple combinación de las señales según su desplazamiento de fase.

Por el contrario, esta solución presenta la ventaja de poder suprimir las señales parásitas en la banda útil o próximas a la banda útil mediante una simple combinación de las señales de acuerdo con su desplazamiento de fase.

Por el contrario, esta solución presenta un inconveniente principal. En efecto, los productos de intermodulación dependen de la señal de entrada, en particular de su frecuencia y de la banda útil. Como consecuencia, las líneas parásitas en las frecuencias  $\pm mRF \pm nOL$  obligan a seleccionar, desde su concepción, unos desplazamientos de

fase adecuados para los divisores y los combinadores. Por lo general, la elección de los desplazamientos de fase de los diferentes elementos divisores y combinador permite suprimir las líneas parásitas más molestas para una aplicación dada, es decir para una señal de entrada RF dada.

5 Un inconveniente es, por lo tanto, la ausencia de flexibilidad de dicha arquitectura obligada a diseñarse para una señal de entrada específica y, en particular, en función de su frecuencia. Las aplicaciones de este tipo de mezcladores son, lo por tanto, la mayoría de las veces dedicados y no presentan una modularidad suficiente para adaptarse a una nueva señal de entrada o a una nueva aplicación, salvo que se modifiquen los componentes.

Por otra parte, dicha solución es cara de diseñar, ya que es preciso desarrollar tanto mezcladores como aplicaciones.

10 La invención permite resolver los mencionados inconvenientes.

Para ello, la invención permite disponer de desplazadores de fase programables bien directamente en los divisores y/o en el combinador, o bien en la entrada o en la salida de los divisores y/o del combinador de un mezclador heterodino.

15 Ya se conoce el principio de la supresión de las señales parásitas en un mezclador, utilizando un único desplazador de fase variable en uno de los canales de las señales, por ejemplo en las publicaciones de las patentes US 6 137 999 y US 2006/0035617.

Esta solución permite ajustar el desplazamiento de fase entre las señales divididas y combinadas a partir de un control eléctrico de acuerdo con el tipo de aplicación utilizada.

De manera ventajosa, el mezclador heterodino comprende:

20 ■ un primer medio de división (1) equilibrado en amplitud de una señal de entrada (RF) que permite generar una primera señal (RF1) y una segunda señal (RF2);

■ un segundo medio de división (3) equilibrado en amplitud que permite dividir una señal de referencia (OL) en una primera señal de referencia (OL1) y en una segunda señal de referencia (OL2);

25 ■ al menos dos células de mezclas (4, 5) equilibradas en amplitud que mezclan, por una parte, la primera señal (RF1) con la primera señal de referencia (OL1) de tal modo que se crea una primera señal intermedia (FI1) y, por otra parte, la segunda señal (RF2) con la segunda señal de referencia (OL2) de tal modo que se crea una segunda señal intermedia (FI2);

■ un medio de combinación (2) que permite re-combinar la primera señal intermedia (FI1) y la segunda señal intermedia (FI2) en una señal de salida intermedia (FI).

30 De manera ventajosa, al menos un dispositivo de desplazamiento de fase configurable permite desplazar la fase de una señal con una fase regulable por medio de un control remoto, estando situado el desplazador de fase en uno cualquiera de los medios de división o de combinación del mezclador, seleccionándose la fase regulable de tal modo que un conjunto de productos de mezcla no deseados entre las señales de entrada divididas (RF1, RF2) y las señales de referencia divididas (OL1, OL2) se sumen en oposición de fase en los medios de combinación (2).

35 De manera ventajosa, dos desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en cada uno de los medios de división respectivamente de la señal de entrada (RF) y de la señal de referencia (OL).

De manera ventajosa, en otro modo de realización, dos desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en cada uno de los medios de división respectivamente de la señal de entrada (RF) y de la señal intermedia (FI).

40 De manera ventajosa, en otro modo de realización dos desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en cada uno de los medios de división respectivamente de la señal de referencia (OL) y de la señal intermedia (FI).

45 De manera ventajosa, en otro modo de realización dos desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en cada uno de los medios de división respectivamente de la señal de entrada (RF), de la señal de referencia (OL) y de la señal intermedia (FI).

De manera ventajosa, en otro modo de realización tres desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en la salida de cada uno de los medios de división respectivamente de la señal RF y de la señal FI2 y en la entrada de los medios de combinación.

50 De manera ventajosa, el conjunto de los productos de mezcla no deseados se seleccionan entre un conjunto de números enteros {n, m} que verifican la siguiente relación:  $FI = +/-mRF +/-nOL$ , en la que OL es la frecuencia de la señal de referencia y RF la frecuencia de la señal de entrada del mezclador heterodino.

De manera ventajosa, el control remoto dirige un control eléctrico que controla una tensión en N estado(s), siendo N un número entero natural positivo.

55 De manera ventajosa, las fases regulables de los dispositivos de desplazamiento de fase configurables se seleccionan entre las fases  $0^\circ$ ,  $-90^\circ$ ,  $+90^\circ$  y  $-180^\circ$ .

De manera ventajosa, las fases regulables de los dispositivos de desplazamiento de fase configurables se seleccionan de tal modo que:

60  $+/-n\varphi_{RF} +/-m\varphi_{OL} \in [-180^\circ; +180^\circ]$ , donde  $\varphi_{RF}$  es la fase regulable del dispositivo de desplazamiento de fase configurable situado en una de las salidas de los medios de división de la señal de entrada y  $\varphi_{OL}$  es la fase

regulable del dispositivo de desplazamiento de fase configurable situado en una de las salidas de los medios de división de la señal de referencia.

De manera ventajosa, el procedimiento de eliminación de un conjunto de productos de intermodulación que parasitan una señal intermedia (FI) obtenida a partir de un mezclador de acuerdo con la invención, para unas aplicaciones en las cuales se realiza un cambio de la frecuencia de la señal de entrada (RF), se caracteriza porque comprende:

- una primera etapa de cálculo de la nueva frecuencia intermedia (FI);
- una segunda etapa del cálculo de los productos de intermodulación que inducen una perturbación en la señal intermedia (FI), que consiste en encontrar los números enteros n y m de tal modo que:

$$FI = \pm mRF \pm nOL$$

esto es, en la banda útil o próxima a la banda útil;

- una tercera etapa de regulación por medio de al menos un control remoto de al menos una fase regulable de un dispositivo de desplazamiento de fase configurable del mezclador de tal modo que obtenga un conjunto de productos de intermodulación que induce una perturbación en la señal intermedia (FI) en oposición de fase en la entrada del medio de combinación.

De manera ventajosa, en la primera etapa se realiza la elección de una frecuencia intermedia que verifica una relación:  $FI = |\pm mRF \pm nOL|$ .

De manera ventajosa, la segunda etapa comprende un cálculo de los productos de intermodulación para n y m inferior o igual a 5 y cuya amplitud de los productos  $\pm mRF \pm nOL$  son superiores a un umbral predeterminado.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención en la descripción que viene a continuación, que se hace en referencia a los dibujos adjuntos, que representan:

- la figura 1: un mezclador simplemente equilibrado de la técnica anterior;
- la figura 2: un mezclador doblemente equilibrado de la técnica anterior;
- la figura 3: un mezclador simplemente equilibrado de acuerdo con la invención.

A continuación en la descripción se denominará indistintamente a un desplazador de fase cuya fase está controlada por una señal de control dinámico, cuasi estático o estático, un « desplazador de fase programable » o un « desplazador de fase configurable ».

A continuación en la descripción se denominará indistintamente a una señal de control dinámico, cuasi estático o estático, un « control remoto ».

La invención permite en un mezclador heterodino modificar al menos uno de los desplazamientos de fase del combinador y/o de los divisores. Una elección adecuada de uno de estos desplazamientos de fase permite suprimir una gran parte de los productos de intermodulación que introducen perturbaciones en la banda útil o próximas a la banda útil en la frecuencia intermedia. Por otra parte, la invención, permite cambiar el desplazamiento de fase de tal modo que no es necesario modificar o sustituir los componentes del mezclador heterodino.

La figura 3 representa un modo preferente de realización de un mezclador simplemente equilibrado que comprende un módulo divisor 30 que comprende un divisor 1 y un desplazador de fase programable 31, un módulo divisor 32 que comprende un divisor 3 y un desplazador de fase programable 33 y, por último, un módulo combinador 34 que comprende un combinador 2 y un desplazador de fase programable 35.

La señal de entrada RF está dividida en dos señales equilibradas en amplitud RF1 y RF2 por el divisor 1. La señal RF2 se puede desplazar de fase de la señal RF1 con una fase  $\phi_{RF}$  regulable por un control remoto 300, 301 que controla al desplazador de fase programable 31. El desplazador de fase programable 31 se puede encontrar indistintamente en los canales RF1 y/o RF2.

La figura 3 representa respectivamente tres controles remotos. Cada uno de los controles remotos comprende un actuador 301 y una conexión 300 con el desplazador de fase programable.

El oscilador local OL está dividido en dos señales OL1 y OL2 equilibradas en amplitud por el divisor 3. La señal OL2 se puede desplazar de fase de la señal OL1 con una fase  $\phi_{OL}$  regulable por un segundo control remoto 300, 301 que controla al desplazador de fase programable 33. El desplazador de fase programable 33 se puede encontrar indistintamente en los canales OL1 y/o OL2.

Las señales RF1 y OL1 se mezclan con un mezclador 4 y el producto de las señales genera una señal útil FI1. Del mismo modo, las señales RF2 y OL2 se mezclan con un mezclador 5 y el producto de las señales genera una señal útil FI2.

Por último, las señales FI1 y FI2 se combinan con el combinador 2. El desplazador de fase 35 permite ajustar la fase  $\phi_{FI}$  de la señal FI2 que entra en el combinador 2. La fase  $\phi_{FI}$  de la señal FI2 se regula mediante un control remoto 300, 301 que controla al desplazador de fase programable. El desplazador de fase programable 35 se puede encontrar indistintamente en los canales FI1 y/o FI2.

Las variantes de realizaciones permiten utilizar un único desplazador de fase situado en uno cualquiera de los módulos divisor(es) o combinador.

Se obtienen otras variantes al utilizar únicamente dos desplazadores de fase programables en al menos dos módulos divisor(es) y/o combinador de un mezclador simplemente equilibrado.

5 Existen, por lo tanto, numerosas variantes, como aquellas en las que un mezclador comprende un único desplazador de fase programable. Los tres casos siguientes son posibles:

- un desplazador de fase programable en el módulo divisor 30;
- un desplazador de fase programable en el módulo divisor 32;
- un desplazador de fase programable en el módulo combinador 34.

10 Y unos mezcladores heterodinos que comprenden al menos dos desplazadores de fase programables. Los cuatro casos siguientes son posibles:

- un desplazador de fase programable en el módulo divisor 30 y otro en el módulo combinador 32;
- un desplazador de fase programable en el módulo divisor 30 y otro en el módulo combinador 34;
- un desplazador de fase programable en el módulo divisor 32 y otro en el módulo combinador 34;

15 ■ un desplazador de fase programable en cada módulo divisor 30 y 32 y otro en el módulo combinador 34.

Por lo general, en la práctica se elegirá regular uno o dos o tres desplazamiento(s) de fase entre las tres fases  $\varphi_{RF}$ ,  $\varphi_{FI}$   $\varphi_{OL}$ .

20 En un modo de realización, los desplazamientos de fase de los desplazadores de fase configurables se seleccionarán de preferencia entre  $-180^\circ$ ,  $-90^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+90^\circ$ ,  $+180^\circ$ , pero no se excluyen los valores intermedios. Esta elección de desplazamientos de fase posibles permite calcular las combinaciones de los desplazamientos de fase de las señales de las dos ramas del mezclador de forma más eficiente.

25 Un modo de realización preferente permite que el combinador 34 combine los espectros útiles de las señales FI1 y FI2 en fase y los productos de intermodulación parásitos de las señales FI1 y FI2 en oposición de fase. La suma en oposición de fase de señales parásitas de la misma frecuencia y de la misma amplitud tiene como efecto eliminarlas en la señal útil re-combinada en la salida del combinador.

30 En un ejemplo de realización que comprende dos desplazadores de fase configurables en una de las ramas del mezclador heterodino, se pueden ajustar dos desplazamientos de fase por medio del control remoto. De este modo, para un mezclador heterodino que comprende un desplazador de fase configurable 31 en el divisor 1 y un desplazador de fase configurable 33 en el divisor 3, se pueden ajustar los desplazamientos de fase  $\varphi_{RF}$  y  $\varphi_{OL}$  en una de las ramas de los mezcladores heterodinos.

Los desplazamientos de fase  $\varphi_{RF}$  y  $\varphi_{OL}$  se seleccionan entonces de tal modo que se supriman los productos de intermodulación no deseados próximos o sustancialmente iguales a la frecuencia de la señal útil FI.

En teoría, existe una infinidad de pares de números enteros naturales  $\{m; n\}$  que permiten obtener:  $FI = +/-mRF +/-nOL$ , en el ejemplo de realización.

35 En la práctica, los productos de intermodulación que parasitan la señal útil se obtienen para pequeños múltiplos de las frecuencias de las señales RF y de OL. Por lo general, la amplitud de las señales es más elevada cuando los valores de n y m son bastante bajos.

40 Para una señal RF dividida en dos señales RF1 y RF2 de la misma amplitud y de la misma frecuencia, y un oscilador local OL que se divide en dos señales OL1 y OL2 de la misma amplitud y de la misma frecuencia, los mezcladores generan, en cada una de las ramas del mezclador heterodino, los mismos productos parásitos de señales de tipo  $\{+/-mRF +/-nOL1\}$  y  $\{+/-mRF2 +/-nOL2\}$ , donde  $\{n, m\}$  son números enteros naturales.

45 Los productos FI1 y FI2 útiles en cada rama del mezclador heterodino se obtienen, por lo general, para una combinación del tipo RF1-OL1 o RF1+OL1 y RF2-OL2 o RF2+OL2. No obstante, puede tratarse de otra combinación escogida para generar una frecuencia intermedia útil FI. Por ejemplo, otro caso habría podido ser  $FI = 2OL-RF$ . Esto depende de la aplicación y de la arquitectura seleccionada para el mezclador.

Los divisores permiten obtener unas señales intermedias FI1 y FI2 de la misma amplitud y de espectro similar.

Los productos de intermodulación más perjudiciales para el procesamiento de la señal FI se obtienen para unos valores de n y m tales que  $+/-mRF +/-nOL$  es sustancialmente igual o está muy próximo a la frecuencia FI útil.

50 Los desplazamientos de fase  $\varphi_{RF}$  y  $\varphi_{OL}$  introducidos a partir de un control remoto en una de las ramas del mezclador heterodino permiten introducir un desplazamiento de fase entre las señales FI1 y FI2.

En un ejemplo de realización, el desplazamiento de fase  $\Phi = +/-n\varphi_{RF} +/-m\varphi_{OL}$  de la señal FI2 se puede ajustar de tal modo que sea sustancialmente próximo a  $+/-180^\circ$  para las señales parásitas  $\{m; n\}$  en la banda útil o próximas a la banda útil.

55 Esta elección permite, además, sumar en oposición de fase en el combinador las señales no deseadas previamente

divididas y mezcladas y que tienen la misma frecuencia y la misma amplitud.

En este último caso, un desplazamiento de fase  $\Phi$  introducido en una de las ramas del mezclador heterodino de  $180^\circ$  permite sumar las señales perturbadoras en el combinador de tal modo que se anulen.

- 5 Por lo general, los productos de intermodulación que introducen fuertes perturbaciones en la señal útil son múltiplos de las señales OL y RF para unos números enteros  $n$  y  $m$  inferiores a 10. Es, por lo tanto, preciso examinar las diferentes combinaciones posibles para los diferentes valores de  $n$  y  $m$  tal que:

$$\pm n\varphi_{RF} \pm m\varphi_{OL} = \pm 180^\circ$$

para los productos parásitos  $\{m; n\}$  no deseados en la banda intermedia FI.

- 10 De acuerdo con los valores de las señales RF y OL, se pueden seleccionar unos valores de  $\varphi_{RF}$  y de  $\varphi_{OL}$  de tal modo que se obtenga un desplazamiento de fase  $\Phi$  igual a  $\pm 180^\circ$  para un máximo de productos de intermodulación parásitos.

El interés de dicha solución, cuando se hace que la frecuencia RF cambie durante una misión, reside en la gran flexibilidad del re-cálculo de los productos de intermodulación parásitos y del ajuste de los desplazadores de fase configurables para adaptar los desplazamientos de fase por medio de un control remoto.

- 15 En un ejemplo de realización de un mezclador simplemente equilibrado de acuerdo con la invención, se puede obtener un caso particular para los siguientes valores:

- Señal de entrada : RF = 30 GHz;
- Oscilador local: OL = 10 GHz;
- Frecuencia intermedia portadora de la señal útil: FI = 20 GHz.

- 20 De acuerdo con las mediciones realizadas, tres productos de intermodulación inducen perturbaciones significativas en la banda útil:

- $5OL - RF = 20$  GHz;
- $2RF - 4OL = 20$  GHz;
- $2OL = 20$  GHz.

- 25 Para una selección de  $\varphi_{RF} = 90^\circ$ ,  $\varphi_{FI} = 0^\circ$  y  $\varphi_{OL} = 90^\circ$ , se obtiene la sobrepresión de los productos  $2RF - 4OL$  ( $2 \times \varphi_{RF} - 4 \times \varphi_{OL} + \varphi_{FI} = 180^\circ$ ) así como  $2OL$  ( $2 \times \varphi_{OL} + \varphi_{FI} = 180^\circ$ ).

- 30 Una ventaja de dicha solución es que se pueden ajustar las fases  $\varphi_{RF}$ ,  $\varphi_{FI}$ ,  $\varphi_{OL}$  para diferentes aplicaciones que precisan tratar diferentes señales recibidas RF de entrada en el mezclador. Si una aplicación precisa desplazar la señal RF en frecuencia, el desplazamiento de fase de una de las ramas del mezclador heterodino se puede adaptar a partir de un control remoto.

Una simple reconfiguración de las fases de al menos un desplazador de fase programable permite ajustar las señales FI1 y FI2 de tal modo que los productos que introducen perturbaciones se puedan encontrar en oposición de fase en el combinador.

- 35 En otro modo de realización, los desplazadores de fase se pueden integrar directamente en el divisor o en el combinador, es decir en el propio componente.

En unas variantes de realización, el control remoto puede ser un control eléctrico que controla una tensión en  $n$  estados, siendo  $n$  un número entero natural positivo.

- 40 En algunas variantes de realización, el control remoto puede controlar un desplazador de fase programable por vía radio. En este último caso, se puede reconfigurar al menos un desplazador de fase programable en unas aplicaciones integradas tales como satélites para los cambios de misiones.

Por último, una variante de realización permite pre-situar mediante cableado en una tensión fija unos desplazadores de fase configurables en un mezclador doblemente equilibrado en al menos uno de los divisores o combinador del mezclador tal como se representa en la figura 2.

- 45 Una ventaja de dicha solución es que se puede prescindir en el diseño de arquitecturas complejas de mezcladores heterodinicos comprendiendo una amplia banda que garantiza una ley de supresión de productos de mezcla. Otra ventaja es que se puede reconfigurar de forma dinámica un mezclador que trata una señal de entrada RF de banda ancha con un oscilador local variable. Esta solución permite suprimir los productos de mezcla de acuerdo con el valor del oscilador local.

REIVINDICACIONES

1. Mezclador heterodino que comprende:

- un primer medio de división (1) equilibrado en amplitud de una señal de entrada (RF) que permite generar una primera señal (RF1) y una segunda señal (RF2);
- 5 ■ un segundo medio de división (3) equilibrado en amplitud que permite dividir una señal de referencia (OL) en una primera señal de referencia (OL1) y en una segunda señal de referencia (OL2);
- al menos dos células de mezclas (4, 5) equilibradas en amplitud que mezclan, por una parte, la primera señal (RF1) con la primera señal de referencia (OL1) de tal modo que se crea una primera señal intermedia (FI1) y, por otra parte, la segunda señal (RF2) con la segunda señal de referencia (OL2) de tal modo que se crea una
- 10 segunda señal intermedia (FI2);
- un medio de combinación (2) que permite re-combinar la primera señal intermedia (FI1) y la segunda señal intermedia (FI2) en una señal de salida intermedia (FI).

**caracterizado porque** al menos dos dispositivos de desplazamiento de fase configurables, por medio de un control remoto, permiten regular la fase respectivamente de dicha primera (RF1) y dicha segunda (RF2) señales, estando dichos al menos dos dispositivos de desplazamiento de fase configurables situados de la siguiente forma:

- un primer dispositivo de desplazamiento de fase configurable está situado:
  - a. en dichos primeros medios de división (1); o
  - b. en dichos segundos medios de división (3);
- un segundo dispositivo de desplazamiento de fase configurable está respectivamente situado:
  - 20 a. en dichos segundos medios de división (3) o en dichos medios de combinación (2) de la señal de salida intermedia (FI); o
  - b. en dichos primeros medios de división (1) o en dichos medios de combinación (2) de la señal de salida intermedia (FI),

seleccionándose cada fase de dicha primera (RF1) y dicha segunda (RF2) señales de tal modo que un conjunto de productos de mezcla no deseados producido en dichas células de mezcla (4, 5) entre las señales de entrada divididas (RF1, RF2) y las señales de referencia divididas (OL1, OL2) se sumen en oposición de fase en los medios de combinación (2).

2. Mezclador heterodino según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dos desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en cada uno de los medios de división respectivamente de la señal de entrada (RF) y de la señal de referencia (OL).

3. Mezclador heterodino según la reivindicación 1, **caracterizado porque** un primer desplazador de fase configurable está situado en los medios de división de la señal de entrada (RF) y porque un segundo desplazador de fase configurable está situado en los medios de combinación de la señal intermedia (FI).

4. Mezclador heterodino según la reivindicación 1, **caracterizado porque** un primer desplazador de fase configurable está situado en los medios de división de la señal de referencia (OL) y porque un segundo desplazador de fase configurable está situado en los medios de combinación de la señal intermedia (FI).

5. Mezclador heterodino según la reivindicación 1, **caracterizado porque** tres desplazadores de fase configurables, ajustándose cada uno por medio de un control remoto, están situados en la salida de cada uno de los medios de división respectivamente de la señal RF y de la señal FI2 y en la entrada de los medios de combinación de las señales FI.

6. Mezclador heterodino según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el conjunto de los productos de mezcla no deseados están seleccionados entre un conjunto de números enteros {n, m} que verifican la siguiente relación:  $FI = +/-mRF +/-nOL$ , en la que OL es la frecuencia de la señal de referencia y RF la frecuencia de la señal de entrada del mezclador heterodino.

7. Mezclador heterodino según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el control remoto dirige un control eléctrico que controla una tensión en N estado(s), siendo N un número entero natural positivo.

8. Mezclador heterodino según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque** las fases regulables de los dispositivos de desplazamiento de fase configurables están seleccionadas entre las fases  $0^\circ$ ,  $-90^\circ$ ,  $+90^\circ$  y  $-180^\circ$ .

9. Mezclador heterodino según la reivindicación 6, **caracterizado porque** las fases regulables de los dispositivos de desplazamiento de fase configurables están seleccionadas de tal modo que:

$+/-n\phi_{RF} +/-m\phi_{OL} \in [-180^\circ; +180^\circ]$ , en la que  $\phi_{RF}$  es la fase regulable del dispositivo de desplazamiento de fase

configurable situado en una de las salidas de los medios de división de la señal de entrada (RF) y  $\varphi_{OL}$  es la fase regulable del dispositivo de desplazamiento de fase configurable situado en una de las salidas de los medios de división de la señal de referencia (OL).

5 10. Procedimiento de eliminación de un conjunto de productos de intermodulación que parasitan una señal intermedia (FI) obtenida a partir de un mezclador de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, para unas aplicaciones en las cuales se realiza un cambio de la frecuencia de la señal de entrada (RF), **caracterizado porque** comprende:

- 10 ■ una primera etapa de cálculo de la nueva frecuencia intermedia (FI);
- 10 ■ una segunda etapa del cálculo de los productos de intermodulación que inducen una perturbación en la señal intermedia (FI), que consiste en encontrar los números enteros n y m de tal modo que:

$$FI = +/-mRF +/-nOL, \text{ esto es, en la banda útil o próxima a la banda útil};$$

- 15 ■ una tercera etapa de regulación por medio de al menos un control remoto de al menos una fase regulable de un dispositivo de desplazamiento de fase configurable del mezclador de tal modo que se obtenga un conjunto de productos de intermodulación en oposición de fase en la entrada del medio de combinación.

15 11. Procedimiento de eliminación de un conjunto de productos de intermodulación que parasitan una señal intermedia (FI) según la reivindicación 10, **caracterizado porque** en la primera etapa se realiza la selección de una frecuencia intermedia que verifica una relación:  $FI = |\pm mRF \pm nOL|$ .

20 12. Procedimiento de eliminación de un conjunto de productos de intermodulación que parasitan una señal intermedia (FI) según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la segunda etapa comprende el cálculo de los productos de intermodulación cuya amplitud de los productos  $+/-mRF +/-nOL$  son superiores a un umbral predeterminado.



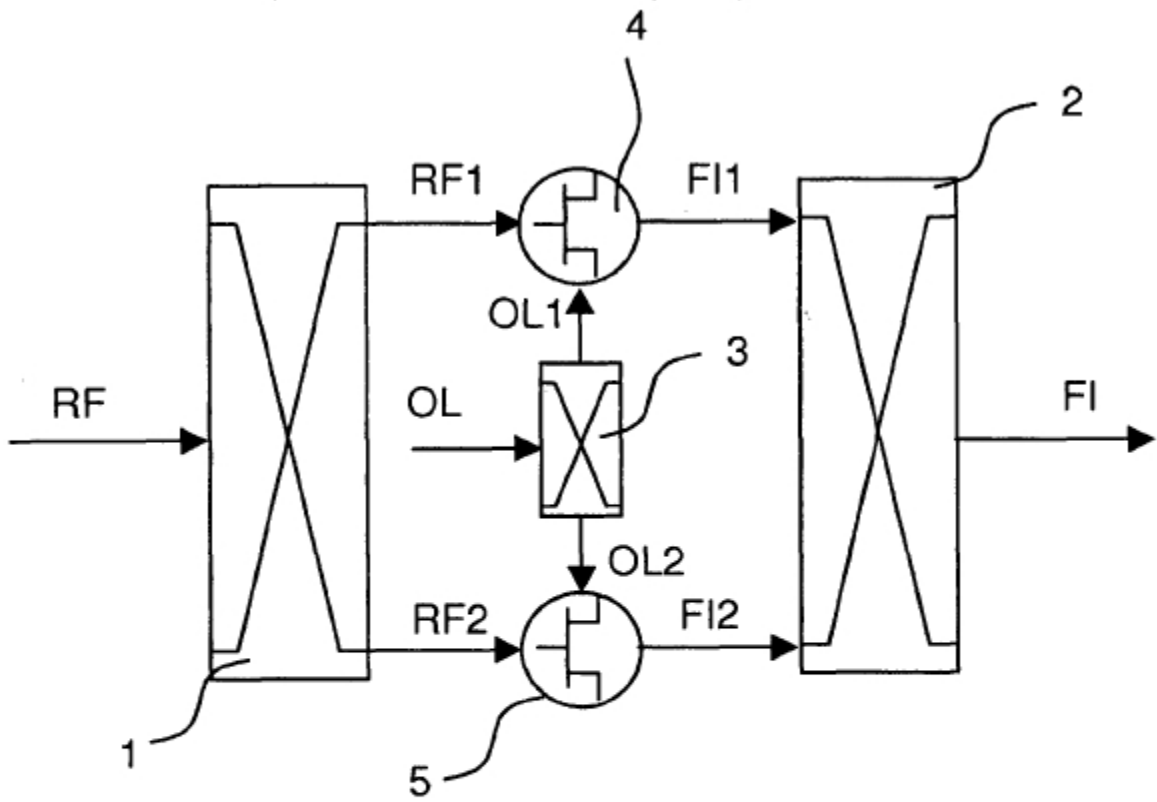


FIG.1

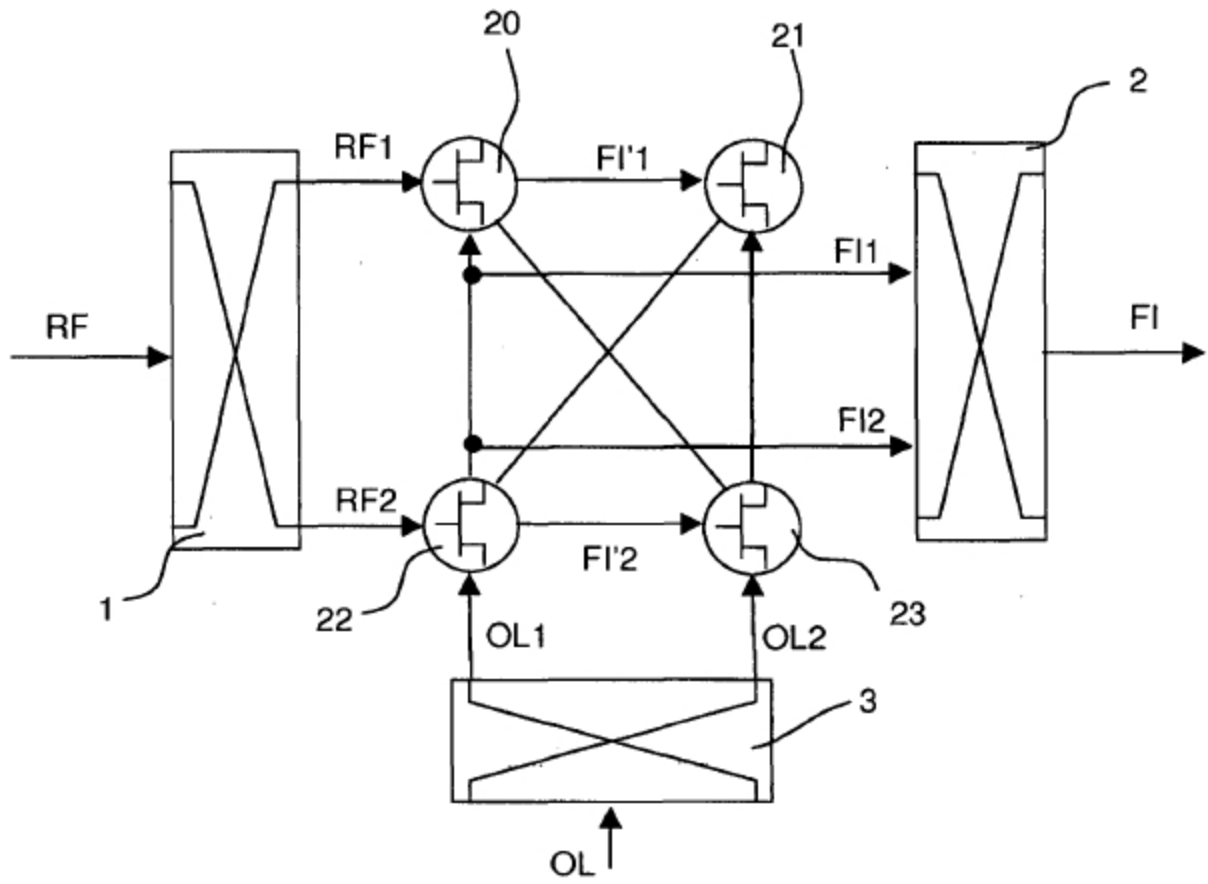


FIG.2

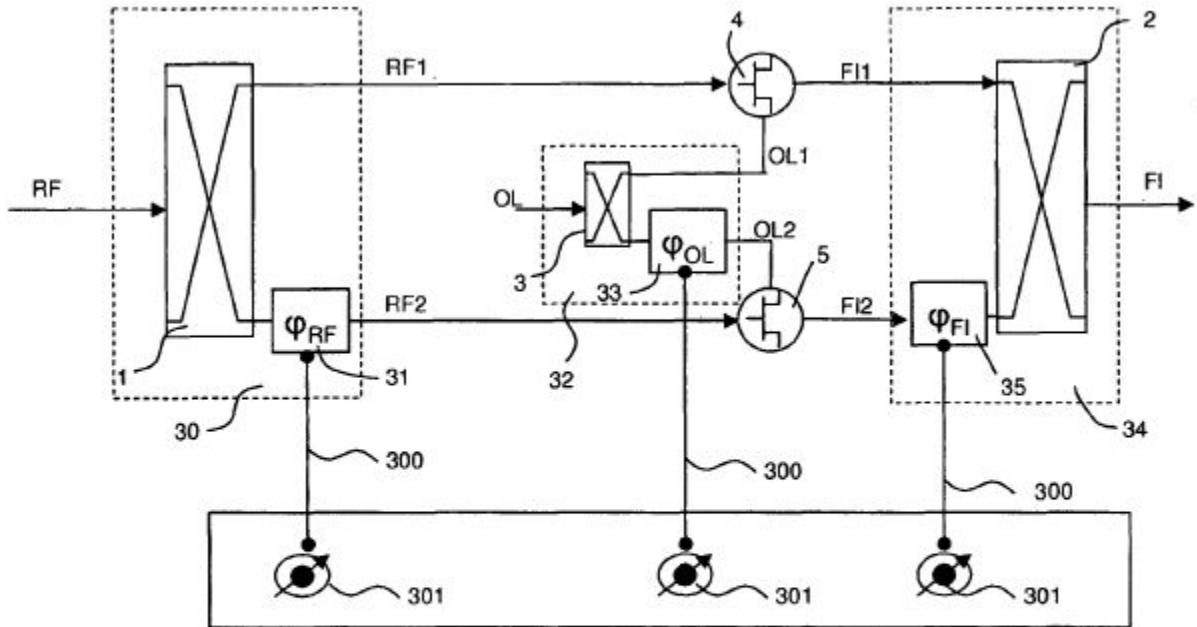


FIG.3