

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 219**

51 Int. Cl.:

H04B 1/28 (2006.01)

H04B 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2008 PCT/EP2008/065955**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2009 WO09065916**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2008 E 08852488 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2232715**

54 Título: **Sistema de conversión de una señal para emitir o recibir una señal de radiofrecuencia**

30 Prioridad:

23.11.2007 FR 0759260

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

23.03.2017

73 Titular/es:

**SEMTECH INTERNATIONAL AG (100.0%)
Neue Jonastrasse 60A
8640 Rapperswil, CH**

72 Inventor/es:

**PERRAUD, LAURENT y
SORNIN, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 606 219 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de conversión de una señal para emitir o recibir una señal de radiofrecuencia

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de conversión de una señal de radiofrecuencia. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de conversión de una señal de radiofrecuencia que permite recuperar una información codificada y portada por una señal analógica y/o que permite emitir una señal analógica de radiofrecuencia que porta una información procedente de una señal digital.
- 10 La invención está destinada a utilizarse en múltiples aplicaciones que implican una comunicación por radiofrecuencia. Por ejemplo, la invención resulta ser particularmente ventajosa para aplicaciones relativas al sector de la comunicación inalámbrica dirigida al público en general. De manera general, la invención se aplicará a todos los tipos de aplicaciones que requieren una síntesis de frecuencia para recibir o emitir una señal codificada sobre una portadora.
- 15 De manera conocida, la síntesis de una señal de radiofrecuencia se garantiza mediante un sintetizador de frecuencia que tiene como función generar una señal sinusoidal S_{LO} .
- 20 Cuando el sistema funciona en modo de recepción, esta señal sinusoidal S_{LO} está destinada a combinarse con una señal analógica recibida para permitir recuperar la información codificada y portada por esta última.
- Cuando el sistema funciona en modo de emisión, esta señal sinusoidal S_{LO} está destinada a combinarse con una señal analógica procedente de una señal digital que contiene dicha información.
- 25 Según el sector de aplicación al que está destinado un sistema de conversión de señal de radiofrecuencia, el diseño de este último requiere que se satisfagan la totalidad o parte de los siguientes criterios:
- La pureza: la pureza o pureza espectral caracteriza la calidad de la señal S_{LO} generada por el sintetizador de frecuencia. Cuantas más señales contiene esta señal S_{LO} distintas de la señal sinusoidal S_0 ideal para efectuar la conversión (armónicos o señales de tonalidades diferentes), más se degradan las prestaciones del sistema de conversión.
 - El ruido de fase: el ruido de fase caracteriza las desviaciones aleatorias entre la fase de la señal S_{LO} generada realmente por el sintetizador de frecuencia y la fase de la señal sinusoidal S_0 ideal para efectuar la conversión.
 - El coste: el coste de un sistema de conversión de señal de radiofrecuencia está estrechamente relacionado con la superficie de silicio que ocupa. Por tanto, se debe tratar de minimizar esta superficie ocupada para reducir el coste del sistema de conversión de señal de radiofrecuencia.
- 40 Para generar una señal sinusoidal S_{LO} se han propuesto varios tipos de sistema de síntesis de señal de radiofrecuencia. Estos tipos de sistema de síntesis ponen en práctica sintetizadores de frecuencia que pueden clasificarse en dos familias principales: los sintetizadores de frecuencia analógicos de bucle de enganche de fase designados en general por PLL (del inglés *Phase-Locked-Loop*) y los sintetizadores de frecuencia digitales designados en general por su sigla anglosajona ADPLL (*All Digital Phase-Locked-Loop*).
- 45 Un sintetizador de frecuencia convencional de tipo PLL comprende un oscilador controlado por tensión, designado de forma habitual como VCO (del inglés *Voltage Controlled Oscillator*) y cuyo papel es el de generar una señal sinusoidal S_{LO} . También comprende un divisor de alta frecuencia que permite dividir la frecuencia de la señal S_{LO} entre un factor N . Un comparador de fase determina la diferencia entre la fase de la señal a la salida del divisor y la fase de una señal de referencia cuya frecuencia se conoce y es estable. Esta señal de referencia S_{Ref} se genera de forma habitual por un oscilador de cristal o un oscilador de cuarzo. El comparador de fase genera una señal V_{ctrl} que refleja dicha diferencia de fase. A continuación, la señal V_{ctrl} se filtra por un filtro de paso bajo antes de aplicarse en la entrada del VCO. De este modo, el bucle converge de manera que la frecuencia generada por el VCO se aproxima a la frecuencia de la señal de referencia S_{Ref} multiplicada por N .
- 50 En este tipo de PLL, el conjunto de las frecuencias que se pueden obtener a la salida de VCO es el conjunto de las frecuencias de la señal de referencia S_{Ref} multiplicadas por N . Por tanto, resulta conveniente elegir una señal de referencia cuya frecuencia sea igual a la separación entre canales que se quiera utilizar (generalmente de algunos KHz a algunos MHz).
- 60 Para evitar esta restricción relacionada con la frecuencia de referencia, se han propuesto sintetizadores de frecuencia de tipo PLL que comprenden un divisor de frecuencia cuya razón de división es modulable con respecto a ciertos valores enteros centrados alrededor de la razón de división media N . El conjunto de las frecuencias alcanzables deja entonces de estar limitado a las frecuencias de la señal de referencia S_{Ref} multiplicadas por N .
- 65 Sin embargo, un divisor de frecuencia de este tipo tiende a generar un ruido que implica una limitación del ancho de

banda del PLL. Este ruido sólo puede reducirse a expensas de un importante consumo excesivo de energía del divisor.

5 Un sintetizador de frecuencia digital ADPLL comprende un VCO cuya salida se convierte en una señal digital mediante un convertidor analógico/digital. El ADPLL también comprende un divisor digital de frecuencia, un comparador de fase digital, un filtro de paso bajo digital y un convertidor digital/analógico dispuestos sucesivamente desde la salida del convertidor analógico/digital hasta el VCO para formar un bucle digital. El divisor digital divide la frecuencia de la señal digital generada por el convertidor analógico/digital. El comparador de fase digital determina la diferencia entre la fase de la señal a la salida del divisor y la fase de una señal de referencia y genera una señal digital V_{ctrl} que refleja dicha diferencia de fase.

A continuación, la señal V_{ctrl} se filtra mediante el filtro de paso bajo digital antes de convertirse en una señal analógica mediante el convertidor digital/analógico. La señal analógica se aplica entonces en la entrada del VCO.

15 En otros tipos de ADPLL, la señal digital V_{ctrl} procedente de un convertidor de fase digital y de un filtro de paso bajo digital modula un oscilador controlado digitalmente. Este tipo de oscilador se designa habitualmente mediante su sigla anglosajona DCO (*Digitally Controlled Oscillator*). Recibe como entrada una señal digital. Ventajosamente, los ADPLL prevén una modulación a la vez de un VCO y de un DCO.

20 En los ADPLL conocidos, el comparador de fase genera habitualmente ruidos significativos, lo que impone restricciones sobre la amplitud del ancho de banda del filtro. Por consiguiente, los ADPLL conocidos requieren llegar a un compromiso entre pureza y agilidad, dependiendo de la agilidad estrechamente de la amplitud del ancho de banda del filtro. Por otro lado, los ADPLL conocidos no permiten generar frecuencias elevadas normalmente superiores a 3 Ghz. Se deriva de estas restricciones que hoy en día la utilización de los ADPLL conocidos se limita a algunas aplicaciones muy específicas.

Por otro lado, la calidad del convertidor digital/ analógica condiciona directamente la señal de entrada del VCO. Ahora bien, los rendimientos de los convertidores digital/analógico conocidos no permiten generar una señal suficientemente precisa como para obtener una pureza satisfactoria a la salida del sintetizador de frecuencia.

30 Además, la utilización de un DCO limita considerablemente la precisión de la modulación en los sintetizadores de frecuencia de tipo ADPLL.

35 El documento US6463266 describe un emisor-receptor con oscilador local común para las cadenas TX y RX. Un estimador de error de frecuencia y de control automático de frecuencia, a partir de la señal recibida, deriva una señal de corrección que ha de aplicarse a un bloque rotador de fase de las ramas TX y RX.

40 La presente invención tiene como objetivo limitar al menos uno los inconvenientes asociados con cada uno de los sistemas de conversión de señal citados anteriormente. En particular, con rendimientos iguales, un sistema de conversión según la invención implica un coste de producción sensiblemente más bajo que un sistema de conversión conocido.

Por otro lado, la invención tiene como objetivo mejorar la pureza y/o la agilidad de los sistemas de conversión conocidos sin aumentar por ello el coste de producción.

45 Para lograr este objetivo, se prevé según la invención: un sistema de conversión de una señal S_{RX} de radiofrecuencia recibida para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} , que comprende:

- 50 - medios de generación dispuestos para generar una señal S_{LO} .
- medios de mezcla dispuestos para generar una señal S_{RX-LO} mezclando la señal S_{RX} con la señal S_{LO} ,
- un convertidor analógico/digital dispuesto para convertir la señal S_{RX-LO} en una señal digital $S_{RX-LO-Dig}$,
- 55 - un dispositivo que genera una señal digital S_{Cor} de corrección de error, estando dispuesto el dispositivo de manera que la señal S_{Cor} refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} ,
- 60 - medios de combinación dispuestos para generar la señal S_{0-Dig} combinando la señal $S_{RX-LO-Dig}$ con la señal S_{Cor} .

De este modo, el sistema de conversión según la invención permite generar una señal S_{0-Dig} idéntica o muy próxima a una combinación de la señal ideal S_0 y de la señal S_{RX} recibida y que porta la información a recuperar.

65 La señal S_{Cor} de corrección de error que refleja la desviación de fase entre la señal ideal S_0 y la señal S_{LO} generada por los medios de generación no se aplica a la entrada de estos últimos como en el caso de los sintetizadores de

frecuencia conocidos. La invención no prevé ninguna retroacción en los propios medios de generación sino que garantiza una corrección del tipo de acción directa a nivel de la señal recibida por el sistema y mezclada con la señal generada por los medios de generación.

5 Esta arquitectura particular del sintetizador de frecuencia ofrece numerosas ventajas.

Permite una oscilación libre de los medios de generación. Por consiguiente, la invención permite prescindir de un filtro analógico en la entrada de los medios de generación. En los sintetizadores convencionales con bucle de enganche de fase, un filtro de este tipo es indispensable en la entrada de oscilador. Ahora bien, este filtro analógico
10 ocupa una superficie de silicio sustancial con respecto a la totalidad de la superficie de silicio ocupada por el sintetizador de frecuencia. Por consiguiente, la supresión de este filtro analógico conlleva una disminución sensible de la superficie ocupada de silicio y permite reducir de manera muy significativa el coste de obtención del sintetizador.

15 Por otra parte, el solicitante ha constatado que el filtro contribuye de manera sustancial al ruido de fase generado.

Por otro lado, el solicitante ha identificado que en los sistemas de conversión conocidos equipados con un PLL, el VCO genera armónicos a las frecuencias múltiplos de las de la señal de referencia S_{Ref} . Ahora bien, la invención no prevé realimentación a nivel de los medios de generación. Por tanto, estos últimos no reciben como entrada una
20 señal de referencia y no generan así armónicos debidos a una señal de este tipo.

Además, el solicitante ha constatado que en los PLL el ruido de fase generado por la referencia y el ruido introducido por el comparador de fase se encuentran multiplicados por un factor N a la salida del VCO. Se deriva un ruido multiplicado por N a nivel de la señal recuperada en la salida del sistema de conversión.
25

Ahora bien, la invención no utiliza divisor de frecuencia en la entrada de los medios de generación. Por tanto no multiplica la contribución del ruido de fase de la referencia o del comparador de fase por N a nivel de los medios de generación. Con respecto a los sistemas de conversión conocidos con PLL, el sistema de conversión según la invención puede soportar por tanto un nivel de ruido más elevado en la señal de referencia S_{Ref} . De este modo, para
30 sistemas de conversión que presentan rendimientos idénticos, la invención permite utilizar una referencia de menor rendimiento y, por tanto, menos onerosa que en los sistemas de conversión existentes.

Se prevé además según la invención un sistema de conversión de una señal digital S_{TX-Dig} para emitir una señal analógica S_{TX} de radiofrecuencia que porta la información de la señal S_{TX-Dig} , que comprende:
35

- medios de generación dispuestos para generar una señal S_{LO} .

- un dispositivo que genera una señal digital S_{Cor} de corrección de error, estando dispuesto el dispositivo de manera que la señal S_{Cor} refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la
40 consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para transponer la señal S_{TX-Dig} a una frecuencia requerida con vistas a su emisión,

- medios de combinación dispuestos para generar la señal $S_{TX-Cor-Dig}$ combinando la señal S_{TX-Dig} con la señal S_{Cor} .

- 45 - un convertidor digital/analógico dispuesto para convertir la señal digital $S_{TX-Cor-Dig}$ en una señal analógica S_{TX-Cor} ,

- medios de mezcla dispuestos para generar una señal S_{TX} mezclando la señal S_{TX-Cor} con la señal S_{LO} .

50 De este modo, el sistema de conversión según la invención permite generar una señal S_{TX} idéntica o muy próxima a una combinación de la señal ideal S_0 y de la señal S_{TX-Dig} que porta la información a emitir.

Este sistema de conversión que funciona en modo de emisión se basa en los mismos principios y ofrece las mismas ventajas que el sistema de conversión que funciona en modo de recepción descrito anteriormente.

55 En efecto, independientemente de que esté destinado a funcionar en modo de recepción o en modo de emisión, un sistema de conversión según la invención no prevé ninguna retroacción en los propios medios de generación y presenta un dispositivo dispuesto para efectuar una corrección del tipo de acción directa a nivel de la señal que porta la información a recibir o a emitir.

60 Un sistema de conversión según la invención independientemente de que esté destinado a funcionar en modo de recepción o en modo de emisión podrá presentar además al menos opcionalmente cualquiera de las siguientes características:

- 65 - comprende medios de generación de una señal de referencia S_{Ref} , medios de muestreo que tienen como entrada la señal S_{LO} y la señal S_{Ref} y dispuestos para generar una señal digital S_{LO-Dig} , representación digital de la señal S_{LO} ,

- los medios de muestreo comprenden un muestreador de fase y la señal S_{LO-Dig} , es una representación digital de la fase de la señal S_{LO} ,
- 5 - el dispositivo comprende al menos una entrada dispuesta para recibir las características de la señal ideal S_0 , al menos una entrada dispuesta para recibir la señal digital S_{LO-Dig} , medios de cálculo del error de fase instantáneo entre la señal S_{LO} y la señal S_0 , medios de generación de la señal digital S_{Cor} que presentan una fase inversa de dicho error de fase,
- 10 - el dispositivo comprende medios de interfaz dispuestos para hacer variar las características de la señal ideal S_0 ,
- el dispositivo comprende medios digitales de filtrado dispuestos para filtrar la señal digital S_{Cor} ,
- 15 - el dispositivo está dispuesto de manera que los medios digitales de filtrado comprenden al menos un filtro cuya amplitud del ancho de banda es regulable,
- el dispositivo comprende medios de corrección dispuestos para corregir las imperfecciones de los medios de muestreo.
- 20 Además, se prevé según la invención un sistema de conversión de una señal digital adecuado para recibir y para emitir una señal analógica de radiofrecuencia que comprende las características de un sistema de conversión que funciona en modo de recepción según la invención y las características de un sistema de conversión que funciona en modo de emisión según la invención.
- 25 Se prevé también según la invención un procedimiento de conversión de una señal S_{RX} de radiofrecuencia recibida para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} , que comprende las siguientes etapas:
 - generar una señal S_{LO} ,
 - 30 - generar una señal S_{RX-LO} mezclando la señal S_{RX} con la señal S_{LO} ,
 - convertir la señal S_{RX-LO} en una señal digital $S_{RX-LO-Dig}$,
 - generar una señal digital S_{Cor} de corrección de error que refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} ,
 - 35 - generar una señal S_{0-Dig} combinando la señal $S_{RX-LO-Dig}$ con la señal S_{Cor} .
- 40 Para garantizar la emisión de una información procedente de una señal digital S_{TX-Dig} , se prevé un procedimiento de conversión de la señal digital S_{TX-Dig} en una señal analógica S_{TX} de radiofrecuencia, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
 - generar una señal S_{LO} ,
 - 45 - generar una señal digital S_{Cor} de corrección de error que refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para transponer la señal S_{TX-Dig} , a una frecuencia requerida con vistas a su emisión,
 - 50 - generar una señal digital $S_{TX-Cor-Dig}$ combinando la señal S_{TX-Dig} con la señal S_{Cor} ,
 - convertir la señal $S_{TX-Cor-Dig}$ en una señal analógica S_{TX-Cor} ,
 - generar una señal S_{TX} mezclando la señal S_{TX-Cor} con la señal S_{LO} .
- 55 Se desprenderán otras características, objetivos y ventajas de la presente invención tras la lectura de la siguiente descripción detallada y en relación con los dibujos adjuntos facilitados a modo de ejemplo no limitativo y en los que:
 - 60 - La figura 1 es un esquema simplificado de un ejemplo de sistema de conversión según la invención destinado a garantizar la recepción de una señal de radiofrecuencia,
 - La figura 2 es un esquema simplificado de un ejemplo de sistema de conversión según la invención destinado a garantizar la emisión de una señal de radiofrecuencia,
 - 65 - La figura 3 es un esquema simplificado de un ejemplo de sistema de conversión según la invención destinado a funcionar en modo de emisión y en modo de recepción.

A continuación, va a describirse un sistema de conversión según la invención que funciona en modo de recepción con referencia a la figura 1.

5 El sistema comprende medios de generación -1- que permiten generar una señal sinusoidal, medios de recepción -2- de una señal de radiofrecuencia, medios de mezcla -3- de dos señales analógicas, medios de conversión -4- de una señal analógica en una señal digital, medios de combinación -5- dispuestos para generar una señal de salida mediante combinación de dos señales de entrada, así como un dispositivo -10- dispuesto para generar una señal de corrección de error.

10 Los medios de generación -1- comprenden un oscilador. Este último puede controlarse por ejemplo digitalmente (oscilador del tipo *Digitally Controlled Oscillator* cuya sigla es DCO) o puede controlarse por tensión (oscilador del tipo *Voltage Controlled Oscillator* cuya sigla es VCO). Estos medios -1- generan una señal sinusoidal S_{LO} cuya frecuencia designada como F_{LO} puede oscilar libremente. De manera preferente, esta frecuencia F_{LO} puede controlarse al menos aproximadamente para oscilar libremente en un intervalo de frecuencias. Este intervalo de frecuencias puede estar centrado alrededor de una frecuencia deseada. Ventajosamente, este control se efectúa gracias a una interfaz digital. Los medios de recepción -2- están dispuestos para recibir una señal de radiofrecuencia S_{RX} . Comprenden todos los tipos de fuente de señal de radiofrecuencia a desmodular. A modo de ejemplo no limitativo, estos medios de recepción comprenden una antena. El sistema de conversión está dispuesto de manera que la señal S_{LO} generada por el oscilador se mezcla con la señal S_{RX} procedente de los medios de recepción. Esta mezcla se garantiza mediante los medios de mezcla -3-. Estos últimos pueden comprender un mezclador convencional.

25 Los medios de mezcla -3- suministran una señal analógica designada como S_{RX-LO} . La señal S_{RX-LO} se convierte en una señal digital $S_{RX-LO-Dig}$ mediante los medios de conversión -4- analógica / digital.

El sistema de conversión está dispuesto de manera que la señal S_{LO} generada por el oscilador se aplica también en la entrada del dispositivo -10-.

30 El dispositivo -10- comprende medios de representación que suministran una representación digital de la fase ϕ_{LO} de la señal S_{LO} . Ventajosamente, el dispositivo -10- comprende una referencia -2- adecuada para proporcionar una señal de referencia S_{Ref} . Esta referencia -2- puede comprender, por ejemplo, un oscilador de cristal o un oscilador de cuarzo.

35 Los medios de representación comprenden medios de muestreo que reciben en la entrada la señal S_{LO} y la señal S_{Ref} y que proporcionan una representación digital de la fase instantánea de la señal S_{LO} en cada frente ascendente de la señal S_{Ref} .

40 El dispositivo -10- también recibe en la entrada una consigna. De manera más precisa, esta consigna es una consigna de fase designada como ϕ_0 . ϕ_0 es la fase de una señal ideal S_0 , ideal para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} . Este dispositivo -10- comprende medios de cálculo dispuestos para calcular la desviación de fase entre la fase ϕ_{LO} de la señal S_{LO} y la fase ϕ_0 de la señal S_0 . El dispositivo -10- también comprende medios adecuados para generar una señal digital de corrección de errores S_{Cor} que refleja dicha desviación de fase. De manera más precisa, la señal S_{Cor} presenta una fase inversa a la desviación calculada.

45 Los medios de combinación -5- reciben en la entrada la señal digital S_{Cor} y la señal $S_{RX-LO-Dig}$ y generan a la salida la señal S_{0-Dig} . Esta señal S_{0-Dig} está destinada a tratarse posteriormente para extraer y utilizar la información que comprende, por medio de un módem, por ejemplo.

50 De este modo, el sintetizador según la invención permite generar una señal S_{0-Dig} idéntica o muy próxima a una combinación de la señal S_0 y de la señal S_{RX} recibida y que porta la información recuperada a nivel de la antena. La señal S_{Cor} que refleja la desviación de fase entre la señal ideal S_0 y la señal S_{LO} generada por el oscilador no se aplica a la entrada de este último como es el caso de los sintetizadores de frecuencia conocidos.

55 La invención no prevé ninguna retroacción en el propio oscilador sino que garantiza una corrección del tipo de acción directa a nivel de la señal recibida por el sistema y mezclada con la señal generada por el oscilador.

60 Al permitir una oscilación libre del oscilador, la invención permite prescindir de un filtro analógico en la entrada del oscilador. También permite disminuir sensiblemente la superficie ocupada de silicio. Por consiguiente, permite reducir de manera muy significativa el coste de obtención del sistema de conversión.

65 Por otro lado, el solicitante ha identificado que en los sistemas de conversión conocidos equipados con un PLL, el oscilador controlado por tensión genera armónicos a las frecuencias múltiples de las de la señal de referencia S_{Ref} . En los sistemas de conversión conocidos, puesto que el oscilador no recibe en la entrada una señal de referencia, no genera armónicos debidos a una señal de este tipo.

Además, la invención no utiliza divisor de frecuencia en la entrada de oscilador. Por tanto, no multiplica la

contribución del ruido de fase de la referencia o del comparador de fase por N a nivel de la salida del oscilador. Con respecto a los sistemas de conversión conocidos que integran un PLL, el sistema de conversión según la invención puede soportar por tanto un nivel de ruido más elevado en la señal de referencia S_{Ref} . De este modo, para sistemas de conversión que presentan rendimientos idénticos, la invención permite utilizar una referencia de frecuencia de menor rendimiento y por tanto menos onerosa en comparación con los sistemas de conversión conocidos.

Por otro lado, un sistema de conversión según la invención y equipado con una referencia idéntica a un sistema de conversión convencional permite optimizar libremente la amplitud del ancho de banda y ofrece, por consiguiente, rendimientos mejorados significativamente.

Ventajosamente, el dispositivo comprende medios de interfaz dispuestos para hacer variar las características de la señal ideal S_0 . De este modo, al hacer variar la fase φ_0 de la señal S_0 ideal, el sistema de conversión puede cubrir todas las frecuencias independientemente de la frecuencia F_{Ref} de la señal de referencia S_{Ref} .

Por otro lado, la invención no presenta los inconvenientes resultantes del sistema de conversión conocido que integra un PLL de tipo fraccionario que funciona con una modulación de razón de división N. En efecto, la invención no comprende medios de modulación de razón de división N. Ahora bien, en los PLL fraccionarios, estos medios de modulación generan un ruido importante que reduce sustancialmente sus rendimientos en cuanto a la pureza, el consumo de energía o el ancho de banda.

De manera ventajosa, el sistema comprende medios digitales de filtrado. Estos medios digitales de filtrado comprenden al menos un filtro digital dispuesto para filtrar la señal S_{Cor} antes que esta última se multiplique con la señal $S_{RX-LO-Dig}$.

Por otro lado y de manera opcional, los medios digitales están dispuestos de manera que las características del filtrado pueden modificarse. Concretamente, se prevé que el ancho de banda del filtro digital sea regulable.

De este modo, el ancho de banda del filtro puede modificarse de manera dinámica sin perturbar al oscilador a diferencia de los sistemas de conversión existentes equipados con PLL. El dispositivo -10- puede aumentar así la anchura de su ancho de banda durante un cambio de frecuencia y después volver a su anchura óptima para minimizar el ruido y sin perturbar con ello al sistema de conversión. Las regulaciones controladas y rápidas del ancho de banda permiten al sistema cambiar muy rápidamente de frecuencia. El sistema de conversión según la invención presenta así una agilidad mejorada significativamente con respecto a los sistemas de conversión conocidos.

De manera preferente, el dispositivo comprende medios de corrección dispuestos para corregir las imperfecciones de los medios de muestreo. Estos medios de corrección permiten corregir la representación digital S_{LO-Dig} de la señal S_{LO} , antes que la señal S_{LO-Dig} se compare con la señal de consigna.

Además, en la invención, el ancho de banda del dispositivo se fija libremente mediante el filtro digital aplicado a la señal S_{Cor} . De este modo, no existe ninguna restricción de estabilidad o de pureza espectral del oscilador que limite este ancho de banda. La única limitación proviene del ruido de fase del muestreador de fase y sólo se deriva por tanto de una optimización global del ruido de fase en función de la aplicación deseada.

Además, el sistema de conversión según la invención no requiere ningún componente o conjunto de componentes analógicos no presentes en una arquitectura de sistema de conversión convencional equipado con un PLL, con la excepción del muestreador de fase que reemplaza el comparador de fase en un PLL. Ahora bien, cuando se trata de diseñar un sistema de conversión para una aplicación dada, los principales costes de desarrollo están provocados por el diseño de los bloques analógicos. La adaptación de una aplicación a otra del sistema de conversión según la invención sólo requiere esencialmente una modificación de las características que permiten generar la señal de corrección S_{Cor} . Una modificación de este tipo se efectúa en el dominio digital y no implica costes sustanciales.

A continuación, va a describirse un sistema de conversión según la invención que funciona en modo de emisión con referencia a la figura 2.

El sistema de conversión que funciona en modo de emisión comprende:

- medios de generación -1- que permiten generar una señal sinusoidal S_{LO} ,
- medios de mezcla -23- de dos señales analógicas,
- medios de combinación -25- de señales digitales:
- medios de conversión -24- de una señal digital en una señal analógica
- medios de emisión -22- de una señal analógica,

- un dispositivo -10- dispuesto para generar una señal S_{Cor} de corrección de errores.

5 La señal S_{LO} cuya frecuencia puede oscilar libremente y que se suministra por los medios de generación -1- se aplica en la entrada del dispositivo -10-. Este último está dispuesto de manera que la señal de corrección de errores S_{Cor} refleja la desviación de fase entre la señal S_{LO} y una señal ideal S_0 , siendo la señal ideal S_0 la señal ideal para transponer una señal a emitir S_{TX-Dig} a una frecuencia requerida con vistas a su emisión.

10 La señal S_{Cor} se combina con una señal S_{TX-Dig} para generar la señal digital $S_{TX-Cor-Dig}$. La señal digital S_{TX-Dig} porta la información a emitir y proviene por ejemplo de un módem.

A continuación, la señal $S_{TX-Cor-Dig}$ se convierte en una señal analógica S_{TX-Cor} mediante el convertidor digital-analógico -24-.

15 A continuación, a nivel de los medios de mezcla -23-, la señal S_{TX-Cor} se mezcla con la señal S_{LO} generada por el oscilador que oscila libremente para generar la señal analógica S_{TX} . Esta señal S_{TX} porta la información a emitir y presenta la frecuencia requerida con vistas a su emisión posterior por los medios de emisión -22-. Estos medios de emisión -22- pueden comprender, por ejemplo, de manera no limitativa, una antena.

20 Este sistema de conversión que funciona en modo de emisión se basa en los mismos principios que el sistema de conversión que funciona en modo de recepción descrito anteriormente con referencia al esquema simplificado de la figura 1. En particular, los medios de generación -1-, los medios de mezcla -23- y el dispositivo -10- pueden ser similares a los del sistema de conversión que funciona en modo de recepción. Por tanto, se hará referencia al ejemplo anterior para una descripción detallada de estos elementos.

25 El sistema de conversión que funciona en modo de emisión también presenta las mismas ventajas que el sistema de conversión que funciona en modo de recepción descrito anteriormente.

30 A continuación, con referencia a la figura 3, va a describirse un sistema de conversión según la invención dispuesto para poder funcionar tanto en modo de emisión como en modo de recepción. Este sistema de conversión combina las características del sistema de conversión que funciona en modo de recepción y del sistema de conversión que funciona en modo de emisión descritos anteriormente.

35 El sistema de conversión comprende medios de generación -10- que permiten generar una señal S_{LO} sinusoidal, un dispositivo -10- dispuesto para generar una señal S_{Cor} de corrección de error, una cadena de recepción -20- y una cadena de emisión -30-. Ventajosamente, la frecuencia F_{LO} puede oscilar libremente.

40 En este ejemplo de realización, los medios de generación -10- comprenden un oscilador controlado digitalmente (DCO).

Cuando funciona en modo de recepción, este sistema de conversión funciona de la misma manera que el sistema de conversión que funciona en modo de recepción descrito anteriormente con referencia al esquema simplificado de la figura 1.

45 Asimismo, cuando funciona en modo de emisión, el sistema de conversión funciona de la misma manera que el sistema de conversión que funciona en modo de emisión descrito anteriormente con referencia al esquema simplificado de la figura 2.

50 De este modo, la señal S_{LO} suministrada por los medios de generación -1- se aplica en la entrada del mezclador 3 de la cadena de recepción -20-, y en la entrada del mezclador -23- de la cadena de emisión -30-, según si el sistema funciona en modo de recepción o en modo de emisión. Asimismo, la señal de corrección S_{Cor} generada por el dispositivo -10- se aplica en la entrada de los medios de combinación -5- de la cadena de recepción -20- o en la entrada de los medios de combinación -25- de la cadena de emisión -30- según si el sistema funciona en modo de recepción o en modo de emisión.

55 Este sistema de conversión presenta las mismas características y ofrece las mismas ventajas que el sistema de conversión que funciona en modo de emisión y que el sistema de conversión que funciona en modo de transmisión presentados anteriormente.

60 Por otro lado, un sistema de conversión según la invención comprende de manera preferente y para cada una de las cadenas de emisión -20- y de recepción -30-, un amplificador -6-, -26- entre la antena -2-, -22- y los medios de mezcla -3-, -23-. Por otro lado, podrán preverse entre el convertidor -4-, -24- y el mezclador -3-, -23- medios -7-, -27- dispuestos para amplificar y filtrar la señal. Las características de los medios -7-, -27- y del amplificador -6-, -26- se determinarán fácilmente en función de los rendimientos y de la aplicación deseados para el sistema de conversión.

65 Como determinará fácilmente un experto en la materia y como se pone de manifiesto en la figura 3, los medios de

generación -10- comprenden medios de división -15- convencionales cuyo papel es el de dividir la señal a la salida del oscilador en dos señales I y Q en cuadratura. Esta división en dos señales distintas no está representada en las figuras 1 y 2 por motivos de claridad.

5 Como se representa en el ejemplo de realización de la figura 3, el dispositivo -10- también comprende:

- medios de muestreo que comprenden un muestreador de fases -12-,

- una referencia -13- que suministra una señal de referencia S_{Ref} ,

10

- un bloque de corrección -11-.

El muestreador de fases -12- recibe en la entrada la señal S_{Ref} y al menos una señal entre I y Q. Genera en cada frente ascendente de S_{Ref} una señal S_{LO-Dig} , representación digital de la fase instantánea de la señal S_{LO} . Esta señal S_{LO-Dig} se aplica en la entrada del bloque de corrección -11-. Ventajosamente, medios convencionales de iniciación y/o de calibración tales como un contador -14- que reciben en la entrada la señal S_{Ref} y al menos una señal entre I y Q permiten iniciar el sistema de conversión. Naturalmente pueden contemplarse otros medios convencionales de iniciación y/o de calibración conocidos para garantizar esta iniciación.

15

20

Preferiblemente, el bloque de corrección -11- comprende medios de corrección dispuestos para corregir las imperfecciones de los medios de muestreo efectuando concretamente una linealización de la señal S_{LO-Dig} . El bloque de corrección -11- también presenta dos entradas en las que se portan respectivamente la señal S_{Ref} y la señal ideal S_0 . El bloque de corrección -11- también comprende:

25

- medios de cálculo de la desviación de fase instantánea entre la señal S_{LO} y la señal ideal S_0 ,

- medios de generación de una señal de corrección S_{Cor} digital que refleja esta desviación de fase.

De manera preferente, este bloque de corrección -11- comprende además:

30

- medios de filtrado de la señal de corrección S_{Cor}

- medios de interfaz dispuestos para hacer variar las características de la señal ideal S_0 ,

35

- medios de interfaz dispuestos para regular las características del filtrado aplicado a la señal S_{Cor} permitiendo, por ejemplo, una modificación del ancho de banda del filtro.

De manera particularmente ventajosa, el conjunto de las funciones garantizadas por el bloque de corrección -11- se ponen en práctica mediante medios digitales.

40

A continuación, la señal S_{Cor} a la salida del bloque de corrección -11- se aplica en un CORDIC (*Coordinate Protection Digital Computer*) que genera dos señales digitales en cuadratura. A nivel de los medios de combinación -5-, -5-, -25-, -25-, estas dos señales se multiplican respectivamente por una de entre las señales I y Q provenientes de la cadena de recepción -20- cuando el sistema de conversión funciona en modo de recepción o se aplican en la entrada de la cadena de emisión -30- cuando el sistema de conversión funciona en modo de emisión.

45

De este modo, en un sistema de conversión según la invención, la parte analógica del sistema efectúa una traslación en frecuencia de manera aproximada y no coherente. En efecto, se califica habitualmente de coherente una recepción o una transmisión de radiofrecuencia para la que la traslación de frecuencia se efectúa mediante una señal procedente de un sintetizador de frecuencia. En el marco de la invención, la coherencia sólo se establece durante la asociación entre las señales provenientes de las partes digitales y analógicas, gracias al control continuo de los errores de la señal S_{LO} y a la corrección de los efectos de estos errores sobre las señales a recibir o a transmitir.

50

55

De este modo, el sistema de conversión según la invención ofrece rendimientos mejorados en cuanto a pureza y a robustez con respecto a los sistemas de conversión conocidos. Por otro lado, la invención permite mejorar de manera sustancial la agilidad de los sistemas de conversión conocidos. Además, la adaptación de un sistema de conversión para una aplicación dada requiere esfuerzos de desarrollo esencialmente en el dominio digital, lo que limita los costes de adaptación.

60

Además, la invención permite reducir sensiblemente la superficie de silicio ocupada y, por consiguiente, el coste de los sistemas de conversión conocidos.

65

La presente invención no se limita a los modos de realización descritos anteriormente sino que se extiende a cualquier modo de realización según su espíritu.

Concretamente podrá preverse, sin apartarse de las enseñanzas de la invención, utilizar un sintetizador de frecuencia convencional de tipo PLL como medio de generación de la señal S_{LO} y en lugar del oscilador libre previsto en los ejemplos descritos anteriormente.

5 **Referencias**

- 1. Medios de generación de una señal sinusoidal
- 2. Medios de recepción
- 10 22. Medios de emisión
- 3. Medios de mezcla
- 15 23. Medios de mezcla
- 4. Medios de conversión analógica / digital
- 20 24. Medios de conversión digital / analógica
- 5. Medios de combinación
- 25 25. Medios de combinación
- 10. Dispositivo
- 6. Amplificador
- 26. Amplificador
- 30 7. Medios de amplificación y de filtrado
- 27. Medios de amplificación y de filtrado
- 35 8. CORDIC
- 28. CORDIC
- 11. Bloque de corrección
- 40 12. Muestreador de fases
- 13. Referencia
- 45 14. Contador
- 15. Medios de división
- 20. Cadena de recepción
- 50 30. Cadena de emisión

REIVINDICACIONES

1. Sistema de conversión de una señal S_{RX} de radiofrecuencia recibida para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} , que comprende:
- 5 - medios de generación (1) dispuestos para generar una señal S_{LO} ,
- medios de mezcla (3) dispuestos para generar una señal S_{RX-LO} mezclando la señal S_{RX} con la señal S_{LO} ,
- 10 - un convertidor analógico/digital (4) dispuesto para convertir la señal S_{RX-LO} en una señal digital $S_{RX-LO-Dig}$,
- un dispositivo (10) que genera una señal digital S_{Cor} de corrección de error, estando dispuesto el dispositivo de manera que la señal S_{Cor} refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para recuperar la información codificada y portada por la señal
- 15 S_{RX} ,
- medios de combinación (5) dispuestos para generar la señal S_{0-Dig} combinando la señal $S_{RX-LO-Dig}$ con la señal S_{Cor} .
2. Sistema de conversión de una señal digital S_{TX-Dig} para emitir una señal analógica S_{TX} de radiofrecuencia que porta la información de la señal digital S_{TX-Dig} , que comprende:
- 20 - medios de generación (1) dispuestos para generar una señal S_{LO}
- un dispositivo (10) que genera una señal digital S_{Cor} de corrección de error, estando dispuesto el dispositivo de manera que la señal S_{Cor} refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para transponer la señal S_{TX-Dig} a una frecuencia requerida con vistas a su emisión,
- 25 - medios de combinación (25) dispuestos para generar la señal $S_{TX-Cor-Dig}$ combinando la señal S_{TX-Dig} con la señal S_{Cor} ,
- 30 - un convertidor digital/analógico (24) dispuesto para convertir la señal digital $S_{TX-Cor-Dig}$ en una señal analógica S_{TX-Cor} ,
- 35 - medios de mezcla (23) dispuestos para generar una señal S_{TX} mezclando la señal S_{TX-Cor} con la señal S_{LO} .
3. Sistema de conversión, según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2 anteriores, **caracterizado porque** comprende:
- 40 - medios de generación de una señal de referencia S_{Ref} ,
- medios de muestreo que tienen como entrada la señal S_{LO} y la señal S_{Ref} y dispuestos para generar una señal digital S_{LO-Dig} , representación digital de la señal S_{LO} .
- 45 4. Sistema de conversión, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** los medios de muestreo comprenden un muestreador (12) de fase y **porque** la señal S_{LO-Dig} , es una representación digital de la fase de la señal S_{LO} .
5. Sistema de conversión, según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el dispositivo comprende:
- 50 - al menos una entrada dispuesta para recibir las características de la señal ideal S_0 ,
- al menos una entrada dispuesta para recibir la señal digital S_{LO-Dig} ,
- 55 - medios de cálculo del error de fase instantáneo entre la señal S_{LO} y la señal S_0 ,
- medios de generación de la señal digital S_{cor} que presenta una fase inversa de dicho error de fase.
6. Sistema de conversión, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado porque** el dispositivo (10) comprende medios de filtrado dispuestos para filtrar la señal digital S_{cor} .
- 60 7. Sistema de conversión, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** los medios digitales de filtrado comprenden al menos un filtro digital cuya anchura del ancho de banda es regulable.
- 65 8. Sistema de conversión, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 y 7, **caracterizado porque** el dispositivo (10) comprende medios de corrección dispuestos para corregir las imperfecciones de los medios de muestreo.

9. Sistema de conversión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo (10) comprende medios de interfaz dispuestos para hacer variar las características de la señal ideal S_0 .
- 5 10. Sistema de conversión de una señal digital adecuada para recibir y emitir una señal analógica de radiofrecuencia que comprende un sistema de conversión, según las características de la reivindicación 1, y un sistema de conversión, según las características de la reivindicación 2.
- 10 11. Procedimiento de conversión de una señal S_{RX} de radiofrecuencia recibida para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} , que comprende las siguientes etapas:
- generar una señal S_{LO} ,
 - generar una señal S_{RX-LO} mezclando la señal S_{RX} con la señal S_{LO} ,
 - 15 - convertir la señal S_{RX-LO} en una señal digital $S_{RX-LO-Dig}$,
 - generar una señal digital S_{Cor} de corrección de error que refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para recuperar la información codificada y portada por la señal S_{RX} ,
 - 20 - generar una señal S_{0-Dig} combinando la señal $S_{RX-LO-Dig}$ con la señal S_{Cor} .
- 25 12. Procedimiento de conversión de una señal digital S_{TX-Dig} para emitir una señal analógica S_{TX} de radiofrecuencia que porta la información de la señal S_{TX-Dig} , que comprende las siguientes etapas:
- generar una señal S_{LO} ,
 - generar una señal digital S_{Cor} de corrección de error que refleja la desviación de fase entre la fase de la señal S_{LO} y una consigna de fase, siendo la consigna de fase la fase de una señal ideal S_0 , ideal para transponer la señal S_{TX-Dig} , a una frecuencia requerida con vistas a su emisión,
 - 30 - generar una señal digital $S_{TX-Cor-Dig}$ combinando la señal S_{TX-Dig} con la señal S_{Cor} ,
 - 35 - convertir la señal $S_{TX-Cor-Dig}$ en una señal analógica S_{TX-Cor} ,
 - generar una señal S_{TX} mezclando la señal S_{TX-Cor} con la señal S_{LO} .

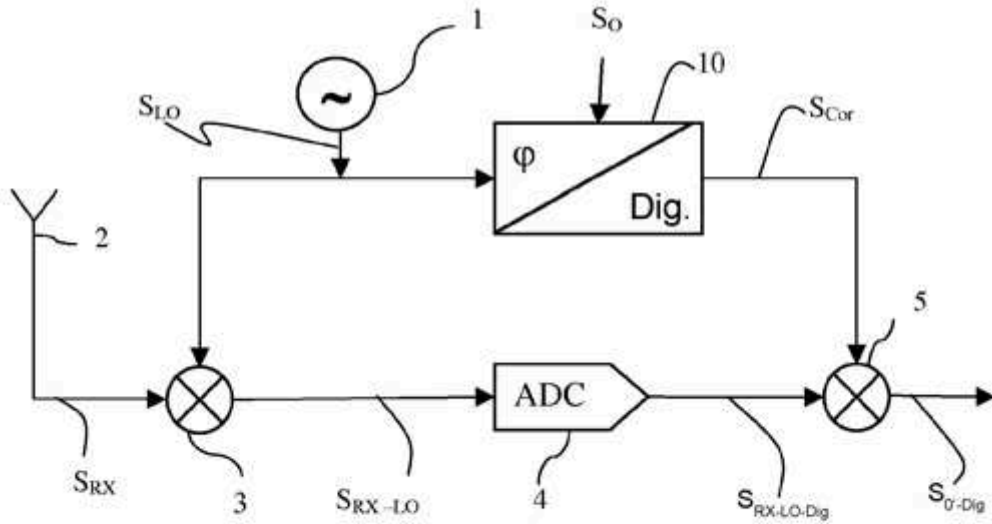


FIGURA 1

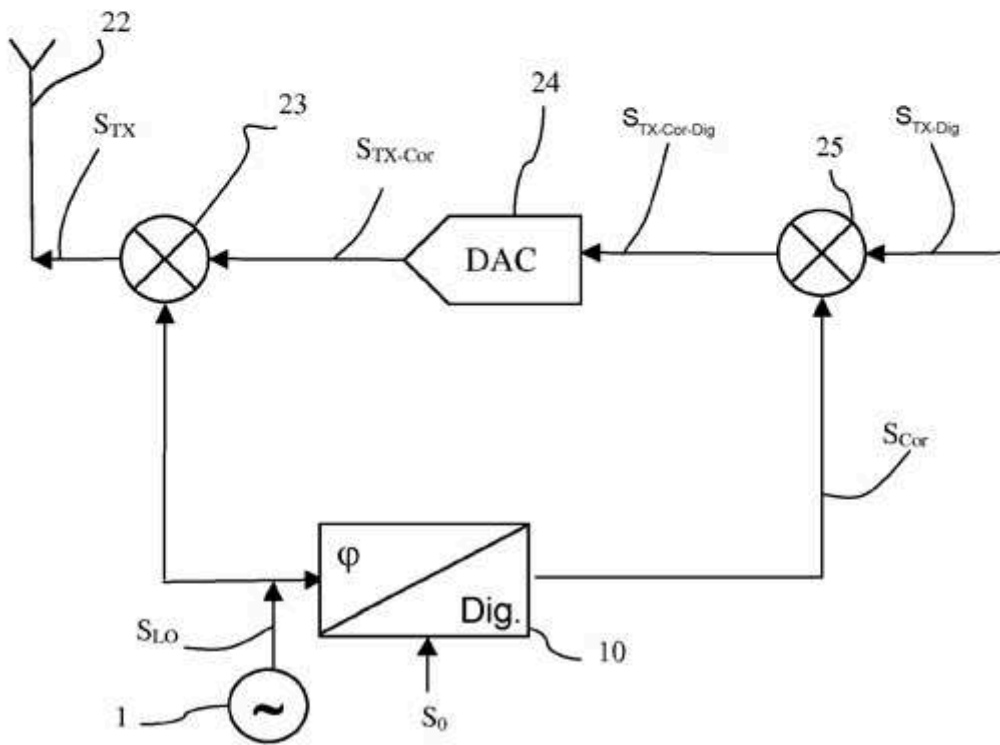


FIGURA 2

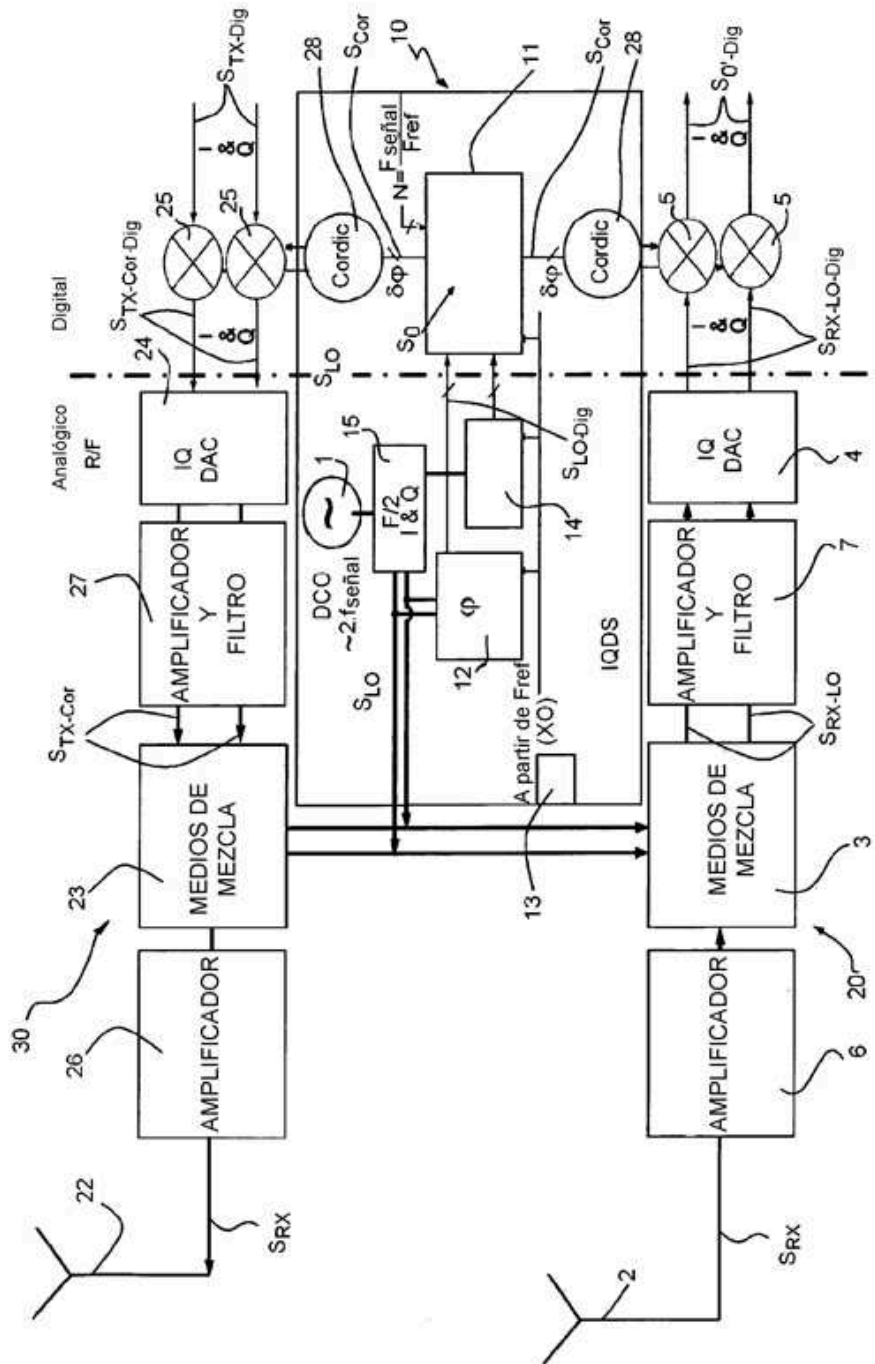


FIGURA 3