

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 441**

51 Int. Cl.:

H04L 27/04 (2006.01)

H04L 27/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2015 PCT/CN2015/076167**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16161598**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2015 E 15888155 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3270557**

54 Título: **Procesador de señales digitales, emisor y sistema**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2019

73 Titular/es:
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:
**ZHANG, LIANG;
ZUO, TIANJIAN y
ZHOU, ENBO**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 725 441 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

Procesador de señales digitales, emisor y sistema

Campo técnico

5 La presente invención está relacionada con el campo de las tecnologías de las comunicaciones, y en particular, con un procesador de señales digitales, un transmisor y un sistema.

Antecedentes

10 En años recientes ha aumentado la comunicación óptica de corto alcance a una tasa de un 30% anual, y esta tasa se acelerará aún más con el desarrollo continuo de Internet móvil. Precisamente debido al gran potencial de la comunicación óptica de corto alcance, se traslada más atención de la comunicación óptica de largo alcance a la comunicación óptica de corto alcance. En las aplicaciones de corto alcance, la gente presta más atención a la tecnología IM/DD (Intensity Modulation/Direct Detection, modulación en intensidad/detección directa). A medida que aumenta continuamente la tasa de un sistema de corto alcance, la tendencia inevitable es que aumente la velocidad de 25 Gbps a 100 Gbps para la IM/DD. Sin embargo, el ancho de banda componente actualmente disponible es tan solo de 25 GHz. En consecuencia, es necesario mejorar la eficiencia espectral con el fin de que la velocidad de 15 transmisión pueda alcanzar los 100 Gb/s.

Tal como se ilustra en la FIG. 1, la FIG. 1 muestra un método de modulación de banda lateral izquierda y derecha utilizado frecuentemente en la actualidad. En un primer canal se modula una señal digital A en una única señal digital a de banda lateral, y la frecuencia portadora es f_m .

$$a = A * \cos(2 * \pi * f_m * t) + \hat{A} * \sin(2 * \pi * f_m * t)$$

20 Análogamente, en un segundo canal se modula una señal digital B en una sola señal digital b de banda lateral, y la frecuencia portadora es f_m .

$$b = B * \cos(2 * \pi * f_m * t) + \hat{B} * \sin(2 * \pi * f_m * t)$$

25 Las señales digitales a y b se modulan en una portadora óptica mediante desplazamiento de fase y conversión digital/análogica con el fin de obtener señales digitales de banda lateral izquierda y derecha en el dominio óptico, tal como se ilustra en la FIG. 2. La banda lateral izquierda transporta información sobre a, y la banda lateral derecha transporta información sobre b. Se puede comprobar que en esta solución se desaprovecha seriamente el espectro y la eficiencia espectral es baja. El documento US 2010/0246710 A1 (Nanri) publicado el 30 de septiembre de 2010 divulga un transmisor y un método de generación de señales SSB (Banda Lateral Única).

Resumen

30 Los modos de realización de la presente invención proporcionan un procesador de señales digitales. Se generan dos tipos diferentes de señales para, de forma independiente, controlar un modulador de banda lateral única y generar señales ópticas independientes en las bandas laterales izquierda y derecha. Así se duplica la utilización del espectro y la utilización del ancho de banda componente, mejorándose de este modo la capacidad de un sistema de transmisión óptica.

35 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un procesador de señales digitales, que incluye:

una unidad de generación de señales, configurada para generar una primera señal digital y una segunda señal digital;

una primera unidad de modulación, configurada para modular la primera señal digital para obtener una tercera señal digital;

40 una segunda unidad de modulación, configurada para modular la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital;

una primera unidad de desplazamiento de fase, configurada para realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital, y emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital;

45 una segunda unidad de desplazamiento de fase, configurada para realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital, y emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital;

un sumador, configurado para calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital, con el fin de obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y

5 un sustractor, configurado para sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital, con el fin de obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

10 En una primera forma posible de implementación del primer aspecto, al modular la primera señal digital, la primera unidad de modulación configura previamente además, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la primera señal digital, un espacio de guarda que incluye varias subportadoras; y al modular la segunda señal digital, la segunda unidad de modulación configura previamente además, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la segunda señal digital, un espacio de guarda que incluye varias subportadoras.

Haciendo referencia al primer aspecto o la primera forma posible de implementación del primer aspecto, en una segunda forma posible de implementación, la unidad de generación de señales incluye específicamente:

15 una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias, configurada para generar una secuencia pseudoaleatoria; y

una unidad de conversión serie/paralelo, configurada para convertir la secuencia pseudoaleatoria con el fin de obtener la primera señal digital y la segunda señal digital.

20 Haciendo referencia al primer aspecto, la primera forma posible de implementación del primer aspecto, o la segunda forma posible de implementación del primer aspecto, en una tercera forma posible de implementación, la unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias es una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias binarias.

De acuerdo con un segundo aspecto, un modo de realización de la presente invención proporciona un transmisor que incluye el procesador de señales digitales anterior, un primer convertidor digital/analógico, un segundo convertidor digital/analógico, un emisor óptico y un modulador de banda lateral única, en donde

25 el primer convertidor digital/analógico está configurado para convertir una séptima señal digital en una señal analógica, el segundo convertidor digital/analógico está configurado para convertir una octava señal digital en una señal analógica, el emisor óptico está configurado para generar portadoras ópticas contiguas, y el modulador de banda lateral única está configurado para modular las portadoras ópticas en función de la señal analógica de la séptima señal digital y la señal analógica de la octava señal digital, con el fin de generar señales ópticas independientes en las bandas laterales izquierda y derecha.

30 En una primera forma posible de implementación del segundo aspecto, el modulador de banda lateral única incluye un primer modulador y un segundo modulador, el primer modulador tiene un primer puerto de radiofrecuencia y un primer puerto de polarización (bias), el segundo modulador tiene un segundo puerto de radiofrecuencia y un segundo puerto de polarización, el primer puerto de radiofrecuencia recibe la señal analógica de la séptima señal digital, y el segundo puerto de radiofrecuencia recibe la señal analógica de la octava señal digital.

35 Haciendo referencia al segundo aspecto o la primera forma posible de implementación del segundo aspecto, en una segunda forma posible de implementación, el modulador de banda lateral única incluye además un tercer puerto de polarización, y la diferencia de fase entre el primer modulador y el segundo modulador se controla utilizando el tercer puerto de polarización.

40 Haciendo referencia al segundo aspecto, la primera forma posible de implementación del segundo aspecto, o la segunda forma posible de implementación del segundo aspecto, en una tercera forma posible de implementación, los ángulos de polarización del primer puerto de polarización y el segundo puerto de polarización son de 135°, y el ángulo de polarización del tercer puerto de polarización es de 90°.

De acuerdo con un tercer aspecto, un modo de realización de la presente invención proporciona un sistema de transmisión óptica, que incluye el transmisor anterior.

45 De acuerdo con un cuarto aspecto, un modo de realización de la presente invención proporciona un método de procesamiento de señales digitales que incluye los siguientes pasos:

generar una primera señal digital y una segunda señal digital;

modular la primera señal digital para obtener una tercera señal digital;

modular la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital;

realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital;

5 realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital;

calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y

10 sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

En una primera forma posible de implementación del segundo aspecto, el método incluye además los siguientes pasos:

15 configura previamente, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la primera señal digital, un espacio de guarda que incluye varias subportadoras; y

configura previamente, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la segunda señal digital, un espacio de guarda que incluye varias subportadoras.

20 De acuerdo con un quinto aspecto, un modo de realización de la presente invención proporciona un equipo de comunicaciones de datos, en donde el equipo incluye un procesador, una memoria y un sistema de bus, el procesador y la memoria se conectan utilizando el sistema de bus, la memoria está configurada para almacenar unas instrucciones, y el procesador está configurado para ejecutar las instrucciones almacenadas en la memoria, en donde

25 el procesador está configurado para: modular una primera señal digital para obtener una tercera señal digital; y modular una segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital; realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital; realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital; calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

35 De acuerdo con las soluciones técnicas anteriores, el procesador de señales digitales de los modos de realización de la presente invención genera una primera señal digital y una segunda señal digital; modula la primera señal digital para obtener una tercera señal digital; modula la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital; realiza un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital; realiza un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital; calcula la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y sustrae la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única. En los modos de realización de la presente invención se pueden duplicar la utilización del espectro y la utilización del ancho de banda componente, mejorándose de este modo la capacidad de un sistema de transmisión óptica.

Breve descripción de los dibujos

50 Con el fin de describir con mayor claridad las soluciones técnicas contenidas en los modos de realización de la presente invención, a continuación se describen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir los modos de realización de la presente invención. Evidentemente, en la siguiente descripción los dibujos adjuntos ilustran tan solo algunos modos de realización de la presente invención, y una persona con un conocimiento normal de la técnica puede no obstante deducir sin esfuerzos creativos otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques funcional de un transmisor que genera señales de banda lateral izquierda y derecha en la técnica anterior;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático del espectro de señales de banda lateral izquierda y derecha generadas por el transmisor que se ilustra en la FIG. 1;

5 la FIG. 3 es un diagrama de bloques funcional de un transmisor en un sistema de transmisión óptica de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama de bloques funcional de un procesador de señales digitales en un transmisor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

10 la FIG. 5 es un diagrama esquemático del espectro de las señales de banda lateral izquierda y derecha generadas por el transmisor que se ilustra en la FIG. 3;

la FIG. 6 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de transmisión óptica de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 7 es un diagrama de flujo de un método de procesamiento de señales digitales de acuerdo con un modo de realización de la presente invención; y

15 la FIG. 8 es un diagrama de bloques funcional de un equipo de comunicaciones de datos de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

Descripción de los modos de realización

20 A continuación se describen de forma clara y completa las soluciones técnicas contenidas en los modos de realización de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los modos de realización de la presente invención. Evidentemente, los modos de realización descritos son solo una parte en lugar de todos los modos de realización de la presente invención. Cualesquiera otros modos de realización obtenidos sin esfuerzos creativos por una persona con un conocimiento normal de la técnica a partir de los modos de realización de la presente invención se considerarán dentro del alcance de protección de la presente invención.

25 La presente invención se aplica a un sistema de transmisión óptica. El sistema incluye un transmisor y un receptor. Una señal enviada por el transmisor es transmitida al receptor utilizando una fibra óptica. El transmisor incluye un generador de señales digitales y un modulador de banda lateral única, tal como se ilustra en la FIG. 3. Una mejora de la presente invención se localiza en el generador de señales digitales. Utilizando un diseño diferente de circuito, el generador de señales digitales genera dos tipos diferentes de señales que controla por separado un modulador de banda lateral única, para generar posteriormente señales ópticas independientes en las bandas laterales izquierda y derecha. En comparación con la técnica anterior, se pueden duplicar la utilización del espectro y la utilización del ancho de banda componente, mejorándose de este modo la capacidad de un sistema de transmisión.

30 Tal como se ilustra en la FIG. 4, un generador 11 de señales digitales provisto en un modo de realización de la presente invención incluye: una unidad 111 de generación de señales, configurada para generar una primera señal digital y una segunda señal digital; una primera unidad 112 de modulación, configurada para modular la primera señal digital para obtener una tercera señal digital; una segunda unidad 113 de modulación, configurada para modular la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital; una primera unidad 114 de desplazamiento de fase, configurada para realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital; una segunda unidad 115 de desplazamiento de fase, configurada para realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital; un sumador 116, configurado para calcular la suma de la primera señal digital y la segunda señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y un sustractor 117, configurado para sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

50 La unidad 111 de generación de señales incluye específicamente: una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias, configurada para generar una secuencia pseudoaleatoria; y una unidad de conversión serie/paralelo, configurada para realizar una conversión serie/paralelo sobre la secuencia pseudoaleatoria con el fin de dividir la secuencia pseudoaleatoria en dos señales: la primera señal digital y la segunda señal digital. La unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias es una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias binarias. La primera señal digital y la segunda señal digital son señales digitales binarias.

La primera unidad 111 de modulación y la segunda unidad 112 de modulación permiten múltiples esquemas de modulación, que pueden ser, por ejemplo, un esquema de modulación CAP (Carrierless Amplitude/Phase Modulation, modulación de amplitud/fase sin portadora) o un esquema de modulación DMT (Discrete Multi-Tone, multitono discreto).

5 Se debe observar que, para evitar una diafonía relativamente grave cerca de una frecuencia cero entre las señales de banda lateral izquierda y derecha obtenidas en las bandas laterales izquierda y derecha, en este modo de realización, cuando se modulan la primera señal digital y la segunda señal digital se configura previamente un espacio de guarda que incluye varias subportadoras en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de cada una de las señales digitales primera y segunda. La cantidad de subportadoras se determina de acuerdo con un caso
10 óptimo real.

Preferiblemente, en este modo de realización, tanto la primera unidad 113 de desplazamiento de fase como la segunda unidad 114 de desplazamiento de fase son transformadores de Hilbert. La quinta señal digital es una señal obtenida después de que la tercera señal digital se haya desplazado en fase 90°. La sexta señal digital es una señal obtenida después de que la cuarta señal digital se haya desplazado en fase 90°.

15 Tal como se ilustra en la FIG. 2, un modo de realización de la presente invención describe además un transmisor. El transmisor 100 incluye un generador 11 de señales, un primer convertidor 12 digital/analógico, un segundo convertidor 13 digital/analógico, un emisor óptico 14 y un modulador 15 de banda lateral única (Modulador SSB). El generador 11 de señales está configurado para generar la séptima señal digital y la octava señal digital descrita en el modo de realización anterior. El primer convertidor 12 digital/analógico está configurado para convertir la séptima
20 señal digital en una señal analógica. El segundo convertidor 13 digital/analógico está configurado para convertir la octava señal digital en una señal analógica. El emisor óptico 14 emite un canal de luz continua a un puerto de entrada de luz del modulador 15 de banda lateral única. El modulador 15 de banda lateral única modula las portadoras ópticas de acuerdo con la señal analógica de la séptima señal digital y la señal analógica de la octava señal digital para generar señales ópticas independientes en las bandas laterales izquierda y derecha.

25 Suponiendo que la tercera señal digital es A y la cuarta señal digital es B, la quinta señal es \hat{A} y la sexta señal es \hat{B} , \hat{A} es una señal obtenida después de que la cuarta señal digital A se haya desplazado en fase 90°, y \hat{B} es una señal obtenida después de que la quinta señal digital B se haya desplazado en fase 90°. En este caso, la séptima señal digital es igual a A + B, y la octava señal es igual a $\hat{A} - \hat{B}$.

30 En un modo de realización, el modulador 150 de banda lateral única incluye un primer MZM (Mach-Zehnder Modulator, Modulador Mach-Zehnder) y un segundo MZM que son paralelos, uno en la parte superior y uno en la parte inferior. El primer MZM tiene un primer puerto de radiofrecuencia y un primer puerto de polarización, y el segundo MZM tiene un segundo puerto de radiofrecuencia y un segundo puerto de polarización. La diferencia de fase entre el primer MZM y el segundo MZM se controla mediante un tercer puerto de polarización.

35 La señal analógica de la séptima señal digital se introduce en el primer puerto de radiofrecuencia del primer MZM, y la señal analógica de la octava señal digital se introduce en el segundo puerto de radiofrecuencia del segundo MZM. Cuando el primer puerto bias1, el segundo puerto bias2 y el tercer puerto bias3 del modulador 150 de banda lateral única se controlan para polarizarse respectivamente 135°, 135° y 90°, la intensidad E_{out} del campo de luz de salida se puede representar como:

$$E_{out} = E_{in} * [1 + (A+B) + j * (\hat{A} - \hat{B})] = E_{in} * [1 + (A + j * \hat{A}) + (B + j * \hat{B})]$$

40 E_{in} es la intensidad de campo de luz de la señal óptica emitida por el emisor óptico 14. De la fórmula anterior se puede deducir que la luz emitida incluye un componente 1 de portadora de corriente continua, una señal digital de banda lateral derecha ($A + j * \hat{A}$), y una señal digital de banda lateral izquierda ($B + j * \hat{B}$), en donde A es la parte real de la señal digital de banda lateral derecha, y \hat{A} es la parte imaginaria de la señal digital de banda lateral derecha, B es la parte real de la señal digital de banda lateral izquierda, y \hat{B} es la parte imaginaria de la señal digital de banda lateral izquierda. Las bandas laterales izquierda y derecha transportan las señales digitales independientes A y B, respectivamente. En este modo de realización de la presente invención se pueden duplicar la utilización del espectro y la utilización del ancho de banda componente, mejorándose de este modo la capacidad de un sistema de transmisión, de tal modo que una sola portadora puede soportar una tasa de 100 G.
45

50 Sobre la base del transmisor divulgado anteriormente, tal como se ilustra en la FIG. 6, la presente invención divulga además un sistema de transmisión óptica que incluye el transmisor y receptor anteriores. Una señal digital emitida por el transmisor es transmitida y enviada al receptor utilizando una fibra óptica.

Tal como se ilustra en la FIG. 7, la presente invención divulga además un método de procesamiento de señales digitales, que incluye los siguientes pasos.

Paso 701: una unidad de generación de señales genera una primera señal digital y una segunda señal digital.

- En un modo de realización, la unidad de generación de señales genera en primer lugar una secuencia pseudoaleatoria, y a continuación realiza una conversión serie/paralelo sobre la secuencia pseudoaleatoria para dividir la secuencia pseudoaleatoria en dos señales: la primera señal digital y la segunda señal digital. Preferiblemente, la unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias es una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias binarias. La primera señal digital y la segunda señal digital son señales digitales binarias.
- 5 Paso 702: una primera unidad de modulación modula la primera señal digital para obtener una tercera señal digital.
- Existen múltiples esquemas de modulación, que pueden ser, por ejemplo, un esquema de modulación CAP (Carrierless Amplitude/Phase Modulation, modulación de amplitud/fase sin portadora) o un esquema de modulación DMT (Discrete Multi-Tone, multitono discreto).
- 10 Paso 703: una segunda unidad de modulación modula la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital.
- Existen múltiples esquemas de modulación, que pueden ser, por ejemplo, un esquema de modulación CAP (Carrierless Amplitude/Phase Modulation, modulación de amplitud/fase sin portadora) o un esquema de modulación DMT (Discrete Multi-Tone, multitono discreto).
- 15 En los pasos 702 y 703 anteriores, para evitar una diafonía relativamente grave, cerca de la frecuencia cero, entre las señales de banda lateral izquierda y derecha obtenidas en las bandas laterales izquierda y derecha, se configura previamente el espacio de guarda que incluye varias subportadoras en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de cada una de las señales digitales primera y segunda.
- Paso 704: una primera unidad de desplazamiento de fase realiza un desplazamiento de fase de la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital.
- 20 Preferiblemente, la quinta señal digital es una señal obtenida después de que la tercera señal digital se haya desplazado en fase 90° .
- Paso 705: una segunda unidad de desplazamiento de fase realiza un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital.
- 25 Preferiblemente, la sexta señal digital es una señal obtenida después de que la cuarta señal digital se haya desplazado en fase 90° .
- Paso 706: un sumador calcula la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única.
- 30 Paso 707: un sustractor sustrae la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.
- 35 En este modo de realización de la presente invención se llevan a cabo los pasos anteriores. Esto puede duplicar la utilización del espectro y la utilización del ancho de banda componente, mejorándose de este modo la capacidad de un sistema de transmisión, de tal modo que una sola portadora puede soportar una tasa de 100 G.
- De acuerdo con los modos de realización anteriores, un modo de realización de la presente invención divulga además un equipo 800 de comunicaciones de datos. Tal como se ilustra en la FIG. 8, el equipo incluye un procesador 810, una memoria 820 y un sistema 830 de bus. El procesador 810 y la memoria 820 están conectados mediante el sistema 830 de bus. La memoria 820 está configurada para almacenar unas instrucciones, y el procesador 810 está configurado para ejecutar las instrucciones almacenadas en la memoria 820.
- 40 El procesador 810 está configurado para modular una primera señal digital para obtener una segunda señal digital; modular una tercera señal digital para obtener una cuarta señal digital; realizar un desplazamiento de fase en la segunda señal digital para emitir la segunda señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la segunda señal digital; realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital; calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.
- 45
- 50

De acuerdo con los modos de realización anteriores, en la presente invención se pueden duplicar la utilización del espectro y la utilización del ancho de banda componente, mejorándose de este modo la capacidad de un sistema de transmisión, de tal modo que una sola portadora pueda soportar una tasa de 100 G.

5 Una persona con un conocimiento normal de la técnica puede advertir que, en combinación con los ejemplos descritos en los modos de realización divulgados en esta memoria descriptiva, las unidades y los pasos de los algoritmos se pueden implementar mediante un hardware electrónico, un software de ordenador o una combinación de los mismos. Para describir claramente la intercambiabilidad entre el hardware y el software, lo anterior ha descrito en general las composiciones y los pasos de cada ejemplo en términos de funciones. El que las funciones sean ejecutadas por un hardware o un software depende de las aplicaciones particulares y las condiciones de restricción de diseño de las soluciones técnicas. Una persona experimentada en la técnica puede utilizar diferentes métodos para implementar las funciones descritas para cada aplicación particular, pero no se debe considerar que tal implementación queda fuera del alcance de la presente invención.

10 Una persona experimentada en la técnica debe entender claramente que, por razones de conveniencia y brevedad de la descripción, para un proceso de trabajo detallado del sistema, equipo y unidad anteriores debe referirse al proceso correspondiente en los modos de realización del método anterior, por lo que los detalles no se vuelven a describir en la presente solicitud.

15 En los diversos modos de realización proporcionados en esta solicitud, se debe entender que el sistema, el equipo y el método divulgados se pueden implementar de otras formas. Por ejemplo, el modo de realización del equipo descrito es tan solo un ejemplo. Por ejemplo, la división en unidades es simplemente una división de funciones lógicas y, durante la implementación real, la división puede ser diferente. Por ejemplo, se pueden combinar o integrar una pluralidad de unidades o componentes en otro sistema, o algunas características se pueden ignorar o no realizarse. Además, los acoplamientos mutuos o acoplamientos directos o conexiones de comunicación que se han mostrado o explicado se pueden implementar a través de algunas interfaces, acoplamientos indirectos o conexiones de comunicación entre los equipos o unidades, o conexiones eléctricas, conexiones mecánicas o conexiones de otras formas.

20 Las unidades descritas como componentes independientes pueden o no estar físicamente separadas, y los componentes mostrados como unidades pueden o no ser unidades físicas, pueden encontrarse en una misma posición o pueden estar distribuidos sobre una pluralidad de unidades de red. Algunas o todas las unidades se pueden seleccionar de acuerdo con las necesidades reales para alcanzar los objetivos de las soluciones de los modos de realización de la presente invención.

25 Además, las unidades funcionales de los modos de realización de la presente invención se pueden integrar en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir por sí sola físicamente, o dos o más unidades se pueden integrar en una unidad. La unidad integrada se puede implementar en forma de hardware, o se puede implementar en forma de una unidad funcional de software.

35 Cuando la unidad integrada se implementa en forma de una unidad funcional de software y se comercializa o utiliza como un producto independiente, la unidad integrada se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por un ordenador. Teniendo en cuenta lo anterior, las soluciones técnicas de la presente invención esencialmente, o la parte que contribuye a la técnica anterior, o todas o algunas de las soluciones técnicas se pueden implementar en forma de un producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento e incluye varias instrucciones para indicarle a un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) que ejecute todos o algunos de los pasos de los métodos descritos en los modos de realización de La presente invención. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar códigos de programa como, por ejemplo, una unidad flash USB, un disco duro extraíble, una memoria de solo lectura (ROM, Read Only Memory), una memoria de acceso aleatorio (RAM, Random Access Memory), un disco magnético, o un disco óptico.

40 Las descripciones anteriores son tan solo modos de realización específicos de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación o sustitución fácilmente ideada por una persona experimentada en la técnica dentro del alcance técnico divulgado en la presente invención se considerará incluida dentro del alcance de protección de la presente invención. En consecuencia, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procesador (11) de señales digitales, que comprende:

una unidad (1) de generación de señales, configurada para generar una primera señal digital y una segunda señal digital;

5 una primera unidad (112) de modulación, configurada para modular la primera señal digital para obtener una tercera señal digital;

una segunda unidad (113) de modulación, configurada para modular la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital;

10 una primera unidad (114) de desplazamiento de fase, configurada para realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital señal;

una segunda unidad (115) de desplazamiento de fase, configurada para realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital;

15 un sumador (116), configurado para calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y

20 un sustractor (117), configurado para sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

25 2. El procesador de señales digitales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al modular la primera señal digital, la primera unidad de modulación configura previamente, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la primera señal digital, un espacio de guarda que comprende varias subportadoras; y al modular la segunda señal digital, la segunda unidad de modulación configura previamente, además, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la segunda señal digital, un espacio de guarda que comprende varias subportadoras.

3. El procesador de señales digitales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de generación de señales comprende específicamente:

una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias, configurada para generar una secuencia pseudoaleatoria; y

30 una unidad de conversión serie/paralelo, configurada para convertir la secuencia pseudoaleatoria para obtener la primera señal digital y la segunda señal digital.

4. El procesador de señales digitales de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias es una unidad de generación de secuencias pseudoaleatorias binarias.

35 5. Un transmisor, que comprende el procesador de señales digitales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, un primer convertidor digital/analógico, un segundo convertidor digital/analógico, un emisor óptico y un modulador de banda lateral única, en donde

40 el primer convertidor digital/analógico está configurado para convertir una séptima señal digital en una señal analógica, el segundo convertidor digital/analógico está configurado para convertir una octava señal digital en una señal analógica, el emisor óptico está configurado para generar portadoras ópticas contiguas, y el modulador de banda lateral única está configurado para modular las portadoras ópticas de acuerdo con la señal analógica de la séptima señal digital y la señal analógica de la octava señal digital, con el fin de generar una señal óptica en una banda lateral izquierda y una señal óptica en una banda lateral derecha que son independientes entre sí.

45 6. El transmisor de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el modulador de banda lateral única comprende un primer modulador y un segundo modulador, el primer modulador tiene un primer puerto de radiofrecuencia y un primer puerto de polarización (bias), el segundo modulador tiene un segundo puerto de radiofrecuencia y un segundo puerto de polarización, el primer puerto de radiofrecuencia recibe la señal analógica de la séptima señal digital, y el segundo puerto de radiofrecuencia recibe la señal analógica de la octava señal digital.

50 7. El transmisor de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el modulador de banda lateral única comprende además un tercer puerto de polarización, y la diferencia de fase entre el primer modulador y el segundo modulador se controla utilizando el tercer puerto de polarización.

8. El transmisor de acuerdo con la reivindicación 7, en donde los ángulos de polarización del primer puerto de polarización y el segundo puerto de polarización son de 135°, y el ángulo de polarización del tercer puerto de polarización es de 90°.

5 9. Un sistema de transmisión óptica, que comprende el transmisor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8.

10. Un método de procesamiento de señales digitales, que comprende los siguientes pasos:

generar una primera señal digital y una segunda señal digital;

modular la primera señal digital para obtener una tercera señal digital;

modular la segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital;

10 realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital;

15 realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital;

calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y

20 sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además los siguientes pasos:

configura previamente, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la primera señal digital, un espacio de guarda que comprende varias subportadoras; y

25 configura previamente, en un rango de frecuencia cero a baja frecuencia de la segunda señal digital, un espacio de guarda que comprende varias subportadoras.

12. Un equipo de comunicaciones de datos, en donde el equipo comprende un procesador, una memoria y un sistema de bus, el procesador y la memoria están conectados mediante el sistema de bus, la memoria está configurada para almacenar unas instrucciones y el procesador está configurado para ejecutar las instrucciones almacenadas en la memoria, en donde

30 el procesador está configurado para: modular una primera señal digital para obtener una tercera señal digital; y

modular una segunda señal digital para obtener una cuarta señal digital; realizar un desplazamiento de fase en la tercera señal digital para emitir la tercera señal digital y una quinta señal digital, en donde la quinta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la tercera señal digital; realizar un desplazamiento de fase en la cuarta señal digital para emitir la cuarta señal digital y una sexta señal digital, en donde la sexta señal digital es una señal obtenida después de haberse realizado el desplazamiento de fase en la cuarta señal digital; calcular la suma de la tercera señal digital y la cuarta señal digital para obtener una séptima señal digital, en donde la séptima señal digital es una primera señal de control utilizada para controlar un modulador de banda lateral única; y sustraer la sexta señal digital de la quinta señal digital para obtener una octava señal digital, en donde la octava señal digital es una segunda señal de control utilizada para controlar el modulador de banda lateral única.

35

40

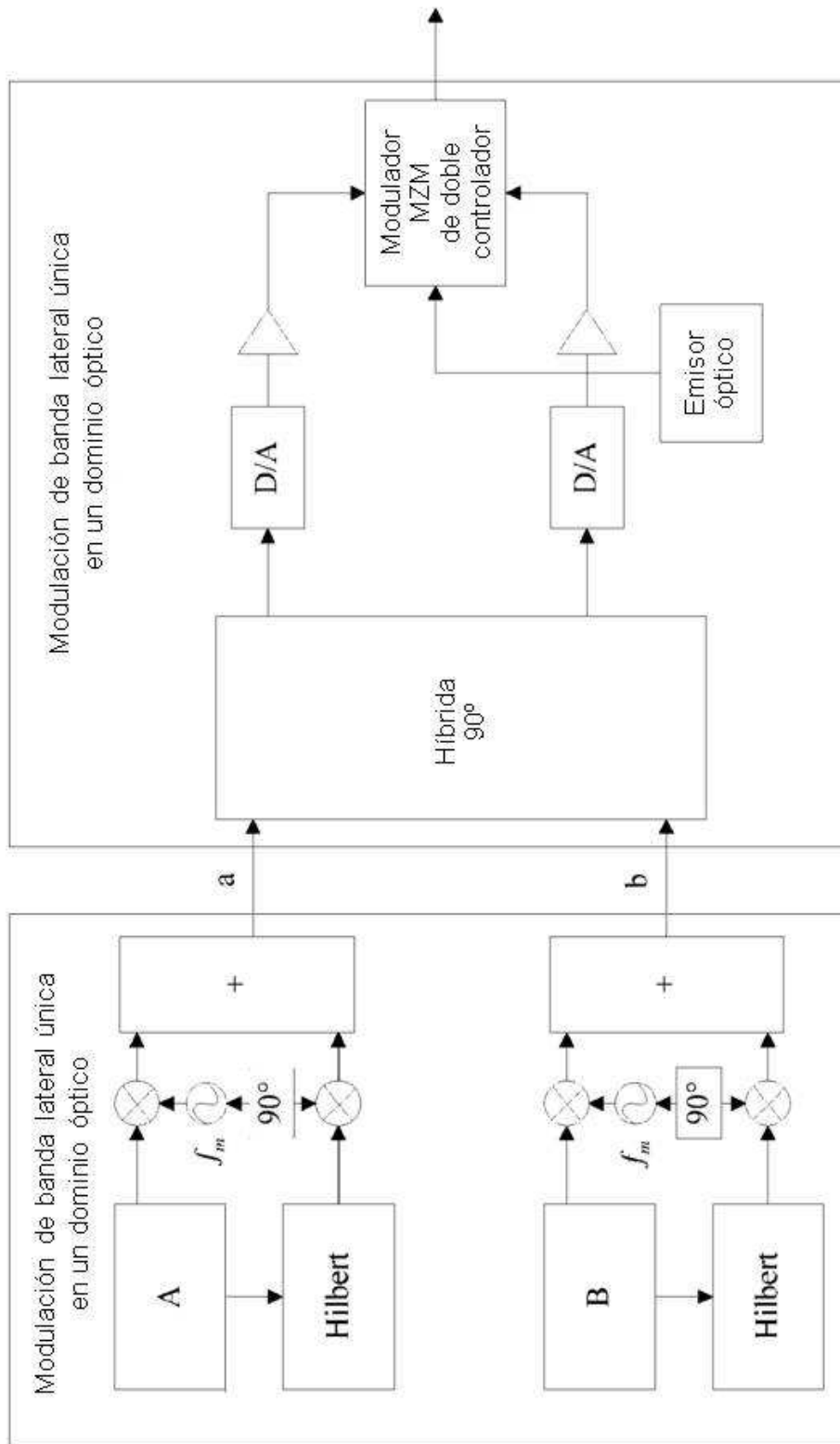


FIG. 1

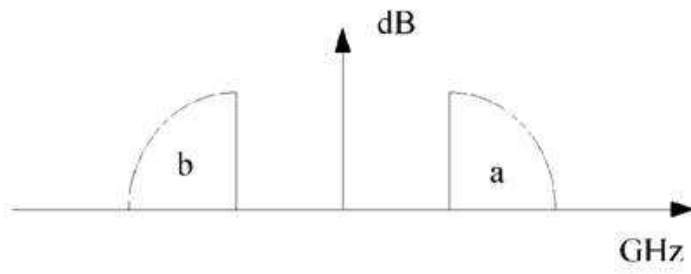


FIG. 2

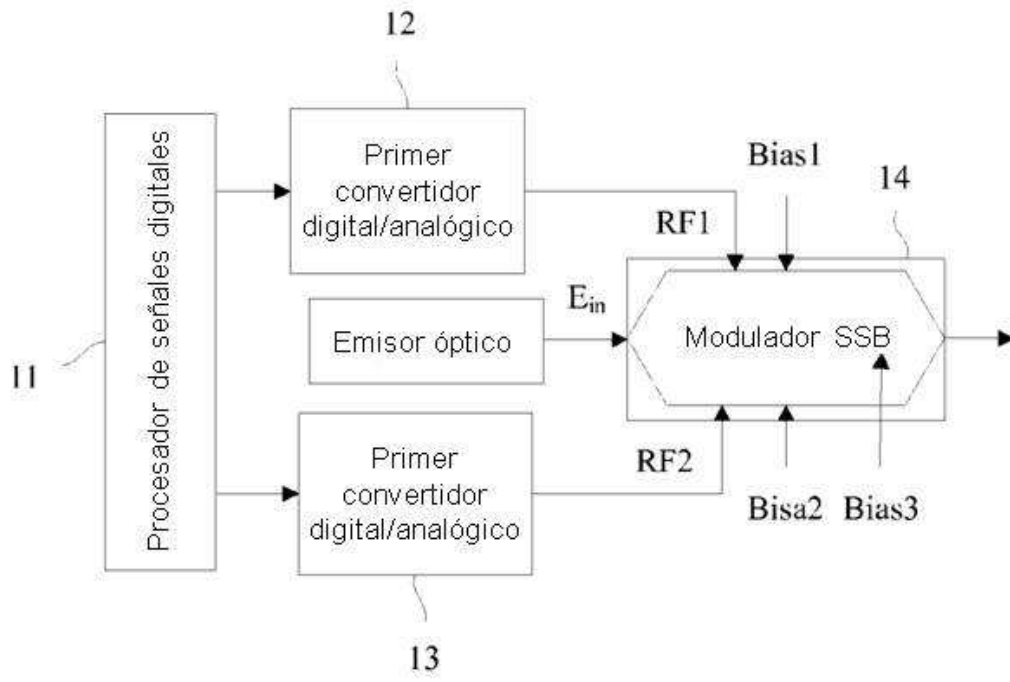


FIG. 3

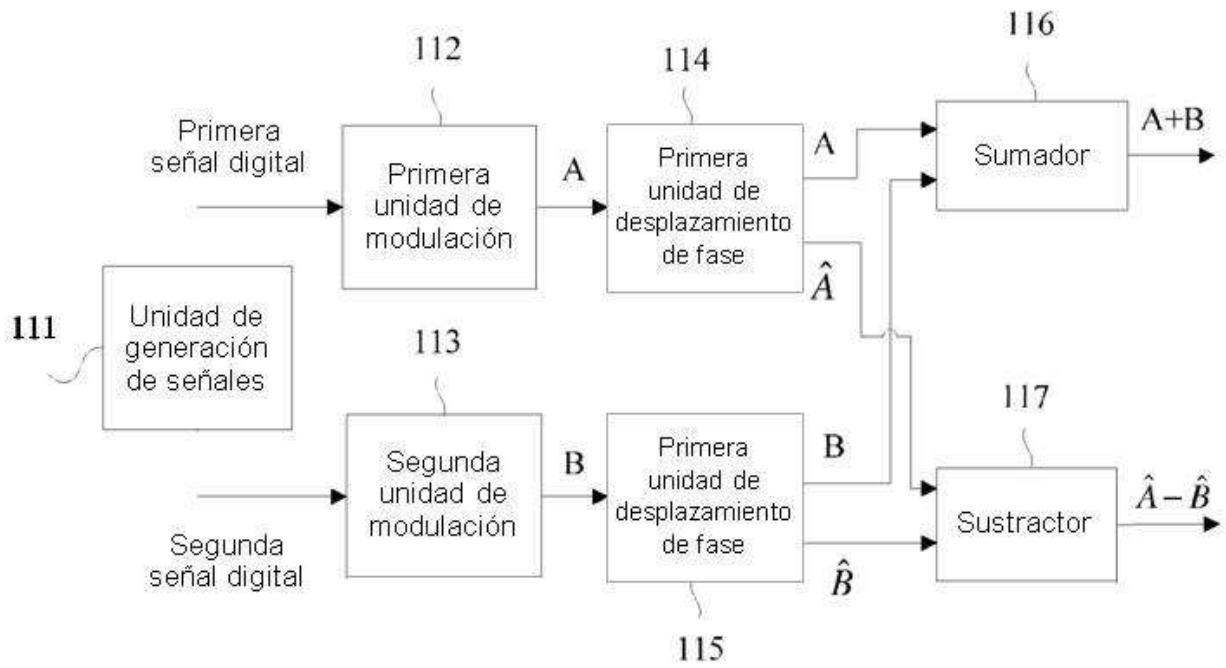


FIG. 4

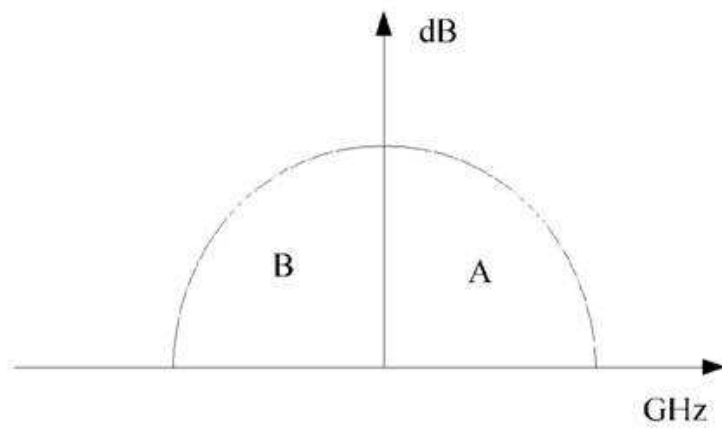


FIG. 5

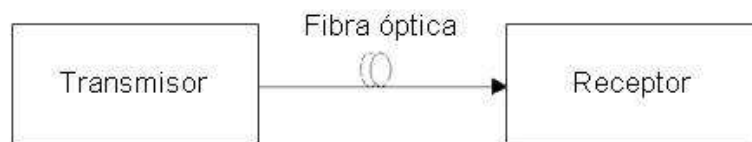


FIG. 6

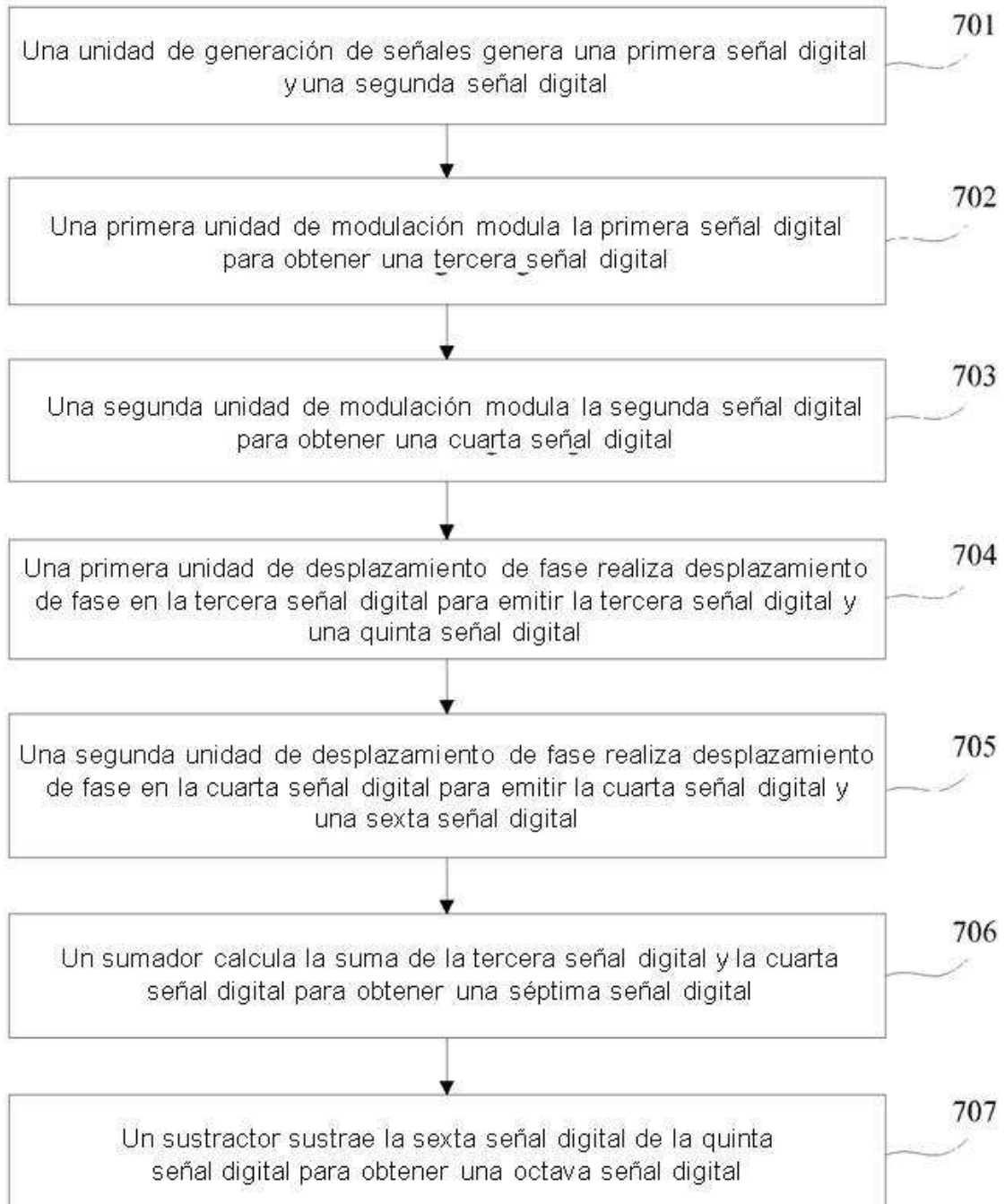


FIG. 7

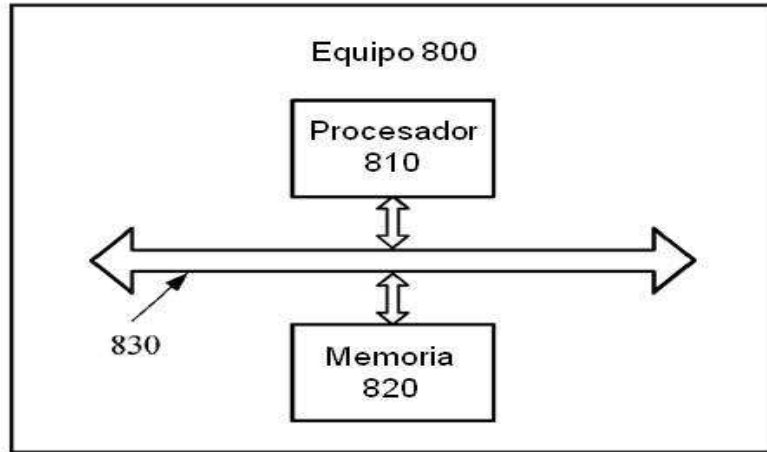


FIG. 8