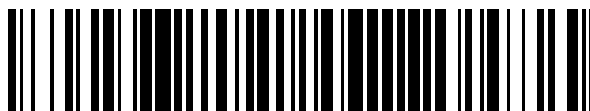


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 197**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2007.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2012 PCT/CN2012/080562**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2014 WO14029109**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012 E 12883114 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2876837**

54 Título: **Método y dispositivo de sincronización de tramas de sistema inalámbrico y sistema inalámbrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MA, JUN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 629 197 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

Método y dispositivo de sincronización de tramas de sistema inalámbrico y sistema inalámbrico.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, en particular, a un método y un aparato de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico, y a un sistema inalámbrico.

Antecedentes

10 Un sistema MIMO (múltiple entrada múltiple salida) es un sistema de multiplexación de frecuencia con una tasa de utilización de espectro alta. En comparación con un sistema SISO (única entrada única salida), una tasa de utilización de espectro de un sistema MIMO $M \times N$ es $\text{Min}(M, N)$ veces la del sistema SISO, donde M y N son números enteros mayores a cero, M se refiere al número de antenas transmisoras y N se refiere al número de antenas receptoras.

15 Según una estructura de radiofrecuencia y separación entre antenas del sistema, el sistema MIMO se puede clasificar en un sistema MIMO centralizado y un sistema MIMO distribuido. En general, la separación entre antenas del sistema MIMO centralizado es relativamente pequeña, por ejemplo, una estación base se conecta a múltiples antenas y, en general, las múltiples antenas se disponen en un único lugar. La separación entre antenas del sistema MIMO distribuido es relativamente amplia, por ejemplo, una antena se conecta a una estación base y la separación es relativamente amplia porque una distancia entre estaciones base es relativamente amplia. En comparación con el sistema MIMO centralizado, el sistema MIMO distribuido puede obtener una ganancia de diversidad mayor, lo cual es una tendencia de desarrollo importante de un sistema MIMO de comunicaciones inalámbricas en el futuro.

20 La solicitud de patente EP1 524813 A2 describe un método para transmitir un preámbulo para la sincronización de tramas y estimación de canal en un sistema de comunicación MIMO-OFDM. Un sistema de comunicación OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales) que usa Q antenas de transmisión genera una secuencia de preámbulo base que incluye un CP y una secuencia ortogonal. Por ejemplo, si $Q \leq M$ un número predeterminado, una secuencia de preámbulo para una $k^{\text{ésima}}$ antena es $S(t-(k-1)T/Q)$. Si $Q > M$ y $k \leq M$, la secuencia de preámbulo transmitida por la $k^{\text{ésima}}$ antena es $S(t-(k-1)T/Q)$. Si $Q > M$ y $k > M$, la secuencia de preámbulo para la $k^{\text{ésima}}$ antena es $(-1)^{(PS-1)} S(t-(k-1)T/Q)$. Aquí, $S(t)$ es la secuencia ortogonal, T es el período de la secuencia ortogonal y PS es un índice que indica un período de transmisión de la secuencia de preámbulo.

30 La solicitud de patente WO 2008/107730 describe un método para elaborar un perfil de una señal entrante y un perfilador de canal. El método procede a identificar un preámbulo de la señal entrante, continúa con la extracción de una forma de onda de referencia correspondiente al preámbulo identificado. Luego, se lleva a cabo una correlación cruzada de la forma de onda extraída con la señal entrante. Para ello, el perfilador de canal incluye un autocorrelacionador para identificar el preámbulo de la señal entrante. El perfilador de canal también incluye un módulo de transformada discreta de Fourier discreta para almacenar formas de onda de referencia y un correlacionador cruzado para llevar a cabo una correlación cruzada del preámbulo con la forma de onda de referencia correspondiente.

35 La solicitud de patente WO 2004/036861 describe un método para recibir una señal que comprende una portadora modulada con una secuencia de acondicionamiento conocida en la que se obtiene una estimación de desplazamiento de frecuencia de portadora de una señal de autocorrelación mediante la autocorrelación de la parte de la señal recibida que contiene una secuencia de acondicionamiento conocida. La señal recibida se compensa con el desplazamiento de frecuencia obtenido para formar una señal recibida compensada y se obtiene una referencia de temporización para la señal recibida mediante una correlación cruzada de la señal recibida compensada con una secuencia de acondicionamiento conocida.

40 Sin embargo, el uso de un método de sincronización de tramas existente puede provocar un error de sincronización de tramas en el sistema MIMO distribuido. Por lo tanto, se requiere un método de sincronización de tramas que se pueda adaptar al sistema MIMO distribuido.

Compendio

Las realizaciones de la presente invención ofrecen un método y un aparato de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico y un sistema inalámbrico, los cuales pueden mejorar la precisión de la sincronización de tramas del sistema inalámbrico.

50 Según un primer aspecto, se provee un método de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico, que incluye: retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, en donde la señal es una señal transmisora que se envía mediante una de M antenas transmisoras, una secuencia de preámbulo de la señal transmisora se genera mediante K subsecuencias de preámbulo que se

- disponen periódicamente, una longitud de la secuencia de preámbulo es K veces la longitud de la subsecuencia de preámbulo, y M , N y K son números enteros positivos; llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y la subsecuencia de preámbulo para producir K primeras señales y generar una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales; llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas para producir K segundas señales y generar una segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales; y llevar a cabo una operación de división en la primera señal de salida y la segunda señal de salida para obtener una cadena de tren de datos y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.
- 5
- 10 En una primera manera de implementación posible, retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas incluye: retrasar, de forma separada, la señal recibida de una de las N antenas receptoras en K afluentes y producir las K señales retrasadas, donde un $K^{\text{ésimo}}$ afluente produce una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada y una cantidad de retraso de la $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada es un producto de una longitud de $K-1$ subsecuencias de preámbulo y un período de símbolo.
- 15 Con referencia al primer aspecto o a las anteriores maneras de implementación posibles del primer aspecto, en una segunda manera de implementación posible, en un sistema inalámbrico que usa el método, el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y un transmisor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales y un receptor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes.
- 20 Según un segundo aspecto, se provee un aparato de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico, que incluye un módulo de retraso, un módulo de mejora de correlación de señal, un módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa y un módulo de cancelación, donde el módulo de retraso se configura para retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, en donde la señal usada por el módulo de retraso es una señal transmisora que se envía mediante una
- 25 de M antenas transmisoras, una secuencia de preámbulo de la señal transmisora se genera mediante K subsecuencias de preámbulo que se disponen periódicamente, una longitud de la secuencia de preámbulo es K veces la longitud de la subsecuencia de preámbulo y M , N y K son números enteros positivos; el módulo de mejora de correlación de señal se configura para llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas producidas por el módulo de retraso y la subsecuencia de preámbulo para producir K primeras señales y generar una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales; el módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa se configura para llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas producidas por el módulo de retraso y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas para producir K segundas señales y generar una segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales; y el módulo de cancelación se configura para llevar a cabo una operación de división en la primera señal de salida
- 30 generada por el módulo de mejora de correlación de señal y la segunda señal de salida generada por el módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa para obtener una cadena de tren de datos y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.
- 35
- 40 En una primera manera de implementación posible, el módulo de retraso se configura específicamente para retrasar, de forma separada, la señal recibida de una de N antenas receptoras en los K afluentes y producir K señales retrasadas, donde un $K^{\text{ésimo}}$ afluente produce una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada y una cantidad de retraso de la $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada es un producto de una longitud de $K-1$ subsecuencias de preámbulo y un período de símbolo.
- 45 Con referencia al segundo aspecto o a las anteriores maneras de implementación posibles del segundo aspecto, en una segunda manera de implementación posible, en un sistema inalámbrico que incluye el aparato, el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y un transmisor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes y un receptor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes.
- 50 Según un tercer aspecto, se provee un sistema inalámbrico, que incluye un transmisor, M antenas transmisoras, N antenas receptoras y un receptor, donde el receptor incluye el aparato de sincronización de tramas del sistema inalámbrico: el transmisor se configura para generar una señal transmisora y enviar la señal a las M antenas transmisoras; las M antenas transmisoras se configuran para enviar la señal transmisora a las N antenas receptoras; las N antenas receptoras se configuran para recibir la señal transmisora enviada por las M antenas transmisoras y enviar la señal al receptor; y el receptor se configura para procesar una señal de una de las N antenas receptoras, donde el aparato de sincronización de tramas del sistema inalámbrico se configura para: retrasar, de forma
- 55 separada, la señal recibida de una de las N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, en donde la señal es una señal transmisora que se envía mediante una de M antenas transmisoras, una secuencia de preámbulo de la señal transmisora se genera mediante K subsecuencias de preámbulo que se disponen periódicamente, una longitud de la secuencia de preámbulo es K veces la longitud de la subsecuencia de preámbulo y M y N y K son números enteros positivos; llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales

retrasadas y la subsecuencia de preámbulo para producir K primeras señales y generar una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales; llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas para producir K segundas señales y generar una segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales; y llevar a cabo una operación de división en la primera señal de salida y la segunda señal de salida para obtener una cadena de tren de datos y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.

Con referencia al tercer aspecto, en una primera manera de implementación posible, el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y un transmisor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes y un receptor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes.

Según las soluciones técnicas anteriores, se puede mejorar la correlación de señal y se puede suprimir la influencia en la señal provocada por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia y un pico de correlación obtenido puede mejorar la exactitud de la sincronización de tramas.

15 Breve descripción de las figuras

Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención de manera más clara, los dibujos anexos requeridos para describir las realizaciones o la técnica anterior se describen brevemente a continuación. De manera aparente, los dibujos anexos en la siguiente descripción simplemente muestran algunas realizaciones de la presente invención y una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede incluso derivar otros dibujos a partir de dichos dibujos anexos sin esfuerzos creativos.

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema MIMO centralizado;

la Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema MIMO distribuido;

la Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de recepción y transmisión de señal de un sistema MIMO centralizado;

25 la Figura 4 es un diagrama de bloques esquemático de recepción y transmisión de señal de un sistema MIMO distribuido;

la Figura 5 es un diagrama esquemático de un pico de correlación obtenido usando un método de sincronización de tramas existente en un sistema MIMO centralizado;

30 la Figura 6A y la Figura 6B son diagramas esquemáticos de picos de correlación obtenidos usando un método de sincronización de tramas existente en un sistema MIMO distribuido;

la Figura 7 es un diagrama de flujo esquemático de un método de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico según una realización de la presente invención;

la Figura 8 es un diagrama de flujo esquemático de un método de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico según otra realización de la presente invención;

35 la Figura 9 es un diagrama esquemático de una estructura de tramas 90 de una señal transmisora según una realización de la presente invención;

la Figura 10 es un diagrama esquemático de un efecto de un método de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico según una realización de la presente invención;

40 la Figura 11 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico según una realización de la presente invención;

la Figura 12 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico según otra realización de la presente invención; y

la Figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema inalámbrico según una realización de la presente invención.

45 Descripción de las realizaciones

A continuación se describen de forma clara y completa las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos anexos en las realizaciones de la presente invención. De manera aparente, las realizaciones descritas son una parte, antes que todas, las realizaciones de la presente invención. Todas las demás

realizaciones obtenidas por una persona con experiencia ordinaria en la técnica a partir de las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

5 Las soluciones técnicas de la presente invención son aplicables a diversos sistemas de comunicación como, por ejemplo, un Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM, por sus siglas en inglés), un sistema de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA, por sus siglas en inglés), un sistema de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA, por sus siglas en inglés), un sistema de Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS, por sus siglas en inglés) y un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE, por sus siglas en inglés).

10 Un equipo de usuario (EU), también conocido como un terminal móvil, un equipo de usuario móvil y así sucesivamente, se puede comunicar con una o más redes principales usando una red de acceso radioeléctrico (por ejemplo, una RAN, red de acceso radioeléctrico, por sus siglas en inglés). El equipo de usuario puede ser un terminal móvil, por ejemplo, un teléfono móvil (o llamado un "móvil"). El equipo de usuario también puede ser un ordenador equipado con un terminal móvil como, por ejemplo, un dispositivo móvil portátil, de bolsillo, de mano, integrado en un ordenador o montado en un vehículo. Los dispositivos móviles intercambian voz y/o datos con la red de acceso radioeléctrico.

15 Una estación base puede ser una Estación Transceptora Base (BTS, por sus siglas en inglés) en el sistema GSM o CDMA, o un NodoB (NodoB) en el sistema WCDMA, o un NodoB evolutivo (eNB o e-NodoB, por sus siglas en inglés) en el sistema LTE, lo cual no se encuentra limitado en la presente invención.

20 Además, los términos "sistema" y "red" en la presente memoria siempre se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento. Un término "y/o" en la presente memoria simplemente se refiere a una correlación de objetos relacionados y significa que pueden existir tres relaciones. Por ejemplo, A y/o B puede representar las siguientes tres condiciones: solo existe A, existen tanto A como B y solo existe B. Además, un carácter "/" en la presente memoria normalmente representa que el primer y último objetos asociados tienen una relación de "o".

25 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema MIMO centralizado. Un módulo de banda de base del sistema MIMO centralizado produce n señales (n es un número entero mayor que 0) con un ancho de banda limitado y con una frecuencia central de 0, donde cada una de las n señales con un ancho de banda limitado pasa por un módulo de frecuencia intermedia y experimenta una conversión elevadora para convertirse en una señal de frecuencia intermedia con un ancho de banda limitado y luego pasa por un módulo de radiofrecuencia y experimenta la conversión elevadora para convertirse en una señal de radiofrecuencia con un ancho de banda limitado con el fin de transmitir la señal de radiofrecuencia con un ancho de banda limitado al aire mediante una antena. La característica principal del sistema MIMO centralizado es la pequeña separación entre múltiples antenas (por ejemplo, una antena 11 en la Figura 1). En el sistema, n módulos de frecuencia intermedia se disponen en una misma posición, n módulos de radiofrecuencia y n antenas se disponen en otra posición diferente de la de los n módulos de frecuencia intermedia. Los n módulos de frecuencia intermedia usan un mismo oscilador local. Por ejemplo, para un oscilador local 1 en la Figura 1, los n módulos de radiofrecuencia usan el mismo oscilador local. Como se muestra en la Figura 1, una señal de oscilador local de una radiofrecuencia 1, una radiofrecuencia 2,... y una radiofrecuencia n proviene de un oscilador local 2.

30 La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema MIMO distribuido. Un módulo de banda de base del sistema MIMO distribuido produce n señales (n es un número entero mayor que 0) con un ancho de banda limitado y con una frecuencia central de 0, donde cada una de las n señales con un ancho de banda limitado pasa por un módulo de frecuencia intermedia y experimenta una conversión elevadora para convertirse en una señal de frecuencia intermedia con un ancho de banda limitado y luego pasa por un módulo de radiofrecuencia y experimenta la conversión elevadora para convertirse en una señal de radiofrecuencia con un ancho de banda limitado con el fin de transmitir la señal de radiofrecuencia con un ancho de banda limitado al aire mediante una antena. Dado que n módulos de frecuencia intermedia del sistema MIMO distribuido se disponen en una misma posición, los n módulos de frecuencia intermedia usan un mismo oscilador local, por ejemplo, un oscilador local 1 en la Figura 2. Sin embargo, la diferencia principal con un sistema MIMO centralizado es que la separación entre n antenas (por ejemplo, una antena 21 en la Figura 2) en el sistema MIMO distribuido es relativamente amplia. Cada antena y cada módulo de radiofrecuencia están integrados para constituir un subsistema. Por lo tanto, cada subsistema en n subsistemas se dispone en una posición diferente, cada módulo de radiofrecuencia de n módulos de radiofrecuencia usa un oscilador local diferente, por ejemplo, un oscilador local 1, un oscilador local 2, ... y un oscilador local n . Como se muestra en la Figura 2, una señal de oscilador local de un módulo de radiofrecuencia 1 proviene del oscilador local 1, por analogía, una señal de oscilador local de un módulo de radiofrecuencia n proviene de un oscilador local N . De manera aparente, las señales de oscilador local de una radiofrecuencia 1, una radiofrecuencia 2,... y una radiofrecuencia N son diferentes.

55 Las diferencias de oscilador local anteriores entre el sistema MIMO distribuido y el sistema MIMO centralizado originan la diferencia de una señal receptora entre dos sistemas MIMO.

Una frecuencia de oscilador local de una radiofrecuencia tiene cierta deriva, lo cual se conoce como un desplazamiento de frecuencia, por ejemplo, 15GHz ± 5PPM (partes por millón). Los desplazamientos de frecuencia varían con los osciladores locales.

5 Para un sistema MIMO centralizado, en aras de simplificar la descripción, se supone que las señales llegan a un extremo receptor al mismo tiempo. Con referencia a la Figura 3, la Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de recepción y transmisión de señal del sistema MIMO centralizado. Para un proceso de señal en un extremo transmisor (TX), es preciso remitirse a una descripción en la Figura 1. Un proceso de señal en el extremo receptor (RX) es un proceso inverso correspondiente al que ocurre en el extremo transmisor. Las N señales de radiofrecuencia con un ancho de banda limitado que cada una de múltiples antenas reciben del aire pasan por un módulo de radiofrecuencia y experimentan una conversión descendente para convertirse en una señal de frecuencia intermedia con un ancho de banda limitado y luego pasan por un módulo de frecuencia intermedia y experimentan la conversión descendente para convertirse en n señales con un ancho de banda limitado y con una frecuencia central de 0 para entrar en un módulo de banda de base del sistema MIMO centralizado.

15 En el sistema MIMO centralizado, como se muestra en la Figura 3, h_{11} , h_{21} , h_{12} , ... y h_{1n} y h_{2n} son coeficientes de ganancia de canal, $x_1(t)$, $x_2(t)$, ... y $x_n(t)$ son señales de frecuencia intermedia de salida de forma separada después de que se haya llevado a cabo la conversión elevadora en el módulo de frecuencia intermedia en el extremo transmisor (TX) e $y_1(t)$, $y_2(t)$, ... e $y_n(t)$ son señales de frecuencia intermedia de salida de forma separada después de que se haya llevado a cabo la conversión descendente en el módulo de radiofrecuencia en el extremo receptor (RX).

$$\begin{aligned} y_1(t) &= [h_{11}x_1(t)e^{jw_{c1}t} + h_{12}x_2(t)e^{jw_{c2}t} + \dots + h_{1n}x_n(t)e^{jw_{cn}t}]e^{jw_{c1}t} \\ &= [h_{11}x_1(t) + h_{12}x_2(t) + \dots + h_{1n}x_n(t)]e^{jw_{c1}t} \\ &= [h_{11}x_1(t) + h_{12}x_2(t) + \dots + h_{1n}x_n(t)]e^{j(w_{c1}+w_{c1})t} \end{aligned}$$

Fórmula 1

$$\begin{aligned} y_2(t) &= [h_{21}x_1(t)e^{jw_{c1}t} + h_{22}x_2(t)e^{jw_{c2}t} + \dots + h_{2n}x_n(t)e^{jw_{cn}t}]e^{jw_{c2}t} \\ &= [h_{21}x_1(t) + h_{22}x_2(t) + \dots + h_{2n}x_n(t)]e^{jw_{c2}t} \\ &= [h_{21}x_1(t) + h_{22}x_2(t) + \dots + h_{2n}x_n(t)]e^{j(w_{c2}+w_{c2})t} \end{aligned}$$

Fórmula 2

20 El desplazamiento de frecuencia en el extremo receptor (RX) tiene solo un $e^{j(w_{rx}+w_{tx})t}$.

Un sistema SISO es similar a un sistema MIMO centralizado y, en general, se usa una correlación de señal (correlación) para la sincronización de tramas. Una fórmula de operación de correlación (operación de correlación) en un método de correlación de señal es como se indica a continuación:

25 Señal de salida = Señal de entrada x Conjugación de señal de entrada

Un valor máximo de un resultado de la operación de correlación, también conocido como pico de correlación, sirve como valor máximo de sincronización de tramas. Una posición de un encabezamiento de trama se determina según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación, que se usa para el entramado y desentramado en la sincronización de tramas.

30 Para un sistema MIMO distribuido, en aras de simplificar la descripción, se supone que una señal llega a un extremo receptor al mismo tiempo. Con referencia a la Figura 4, la Figura 4 es un diagrama de bloques esquemático de recepción y transmisión de señal del sistema MIMO distribuido. Para un proceso de señal en un extremo transmisor (TX), es preciso remitirse a una descripción en la Figura 2. Un proceso de señal en el extremo receptor (RX) es un proceso inverso correspondiente al que ocurre en el extremo transmisor. Las N señales de radiofrecuencia con un ancho de banda limitado que cada una de múltiples antenas reciben del aire pasan por un módulo de radiofrecuencia y experimentan una conversión descendente para convertirse en una señal de frecuencia intermedia con un ancho de banda limitado y luego pasan por un módulo de frecuencia intermedia y experimentan la conversión descendente para convertirse en n señales con un ancho de banda limitado y con una frecuencia central de 0 para entrar en un módulo de banda de base del sistema MIMO distribuido.

40 En el sistema MIMO distribuido, como se muestra en la Figura 4, h_{11} , h_{21} , h_{12} , ... y h_{1n} y h_{2n} son coeficientes de ganancia de canal, $x_1'(t)$, $x_2'(t)$, ... y $x_n'(t)$ son señales de frecuencia intermedia de salida de forma separada después de que se haya llevado a cabo la conversión elevadora en el módulo de frecuencia intermedia en el extremo transmisor (TX), e $y_1'(t)$, $y_2'(t)$, ... e $y_n'(t)$ son señales de frecuencia intermedia de salida de forma separada después de que se haya llevado a cabo la conversión descendente en el módulo de radiofrecuencia en el extremo receptor (RX).

$$y'_1(t) = [h_{11}x'_1(t)e^{j\omega_{\alpha 1}t} + h_{12}x'_2(t)e^{j\omega_{\alpha 2}t} + \dots + h_{1n}x'_n(t)e^{j\omega_{\alpha n}t}]e^{j\omega_{\alpha 1}t} \quad \text{Fórmula 3}$$

$$y'_2(t) = [h_{21}x'_1(t)e^{j\omega_{\alpha 1}t} + h_{22}x'_2(t)e^{j\omega_{\alpha 2}t} + \dots + h_{2n}x'_n(t)e^{j\omega_{\alpha n}t}]e^{j\omega_{\alpha 2}t} \quad \text{Fórmula 4}$$

En el sistema MIMO distribuido, cada uno de n canales de radiofrecuencia tiene un oscilador local independiente y cada oscilador local tiene un desplazamiento de frecuencia independiente. Cuando se transmite una señal desde una antena, la señal tiene un solapamiento de desplazamientos de frecuencia con el oscilador local. Una antena receptora recibe señales solapadas transmitidas por múltiples antenas transmisoras (remitirse a la fórmula 3 o 4). El desplazamiento de frecuencia en el extremo receptor no está correlacionado y no se puede separar después del solapamiento de señal, provocando una disminución en la correlación de señal. En este punto, si un método de sincronización de tramas existente se usa para generar un pico de correlación, un pico de correlación de salida es inestable, lo cual provoca un error de sincronización de tramas.

La sincronización de tramas es una etapa clave del procesamiento de sistema de banda base en el extremo receptor. Otras etapas como, por ejemplo, la estimación de canal, estimación de desplazamiento de frecuencia y extracción de carga útil solo se pueden implementar después de la sincronización de tramas.

La Figura 5 es un diagrama esquemático de un pico de correlación obtenido usando un método de sincronización de tramas existente en un sistema MIMO centralizado. En el caso de una arquitectura de sistema MIMO centralizado, en la Figura 5 se muestra un pico de correlación obtenido llevando a cabo una operación de correlación (correlación). El pico de correlación es estable y es un pulso único. En un proceso de entramado, detectar el pico de correlación es fácil y simple.

La Figura 6A y la Figura 6B son diagramas esquemáticos de picos de correlación obtenidos usando un método de sincronización de tramas existente en un sistema MIMO distribuido. En el MIMO distribuido, el MIMO distribuido es sustancialmente sensible a un desplazamiento de frecuencia mezclada, un pico de correlación de salida se ve afectado por el desplazamiento de frecuencia mezclada, una amplitud fluctúa significativamente y el pico no existe en una posición determinada y un efecto de sincronización de tramas es deficiente. En un sistema MIMO 4*4 con un desplazamiento de frecuencia relativa de 300 Khz, un pico de correlación obtenido llevando a cabo una operación de correlación (correlación) se muestra en la Figura 6A y la Figura 6B. La Figura 6A es un diagrama esquemático de un resultado de pico de operación de correlación máximo obtenido usando el método de sincronización de tramas existente y llevando a cabo la operación de correlación en una secuencia de preámbulo después de que se ha llevado a cabo la operación de correlación dentro de un período. La Figura 6B es un dibujo parcial ampliado de la Figura 6A. Se puede apreciar que un pico generado se ve afectado por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia, un resultado es inestable y, en una determinada posición, incluso no existe el pico, lo cual puede provocar un error de resultado de entramado.

Por sobre todo, se puede apreciar que un efecto del uso de un método de correlación de señal (correlación) para la sincronización de tramas en un sistema SISO o un sistema MIMO centralizado es bueno. Sin embargo, un desplazamiento de frecuencia solapado de un sistema MIMO distribuido provoca una disminución en la correlación de señal. Por lo tanto, un efecto del método de sincronización de tramas anterior es deficiente en el sistema MIMO distribuido.

Las realizaciones de la presente invención proveen un método y un aparato de sincronización de tramas, que pueden resolver de manera eficiente el problema de sincronización de tramas de un sistema MIMO distribuido.

La Figura 7 es un diagrama de flujo esquemático de un método de sincronización de tramas 70 de un sistema inalámbrico según una realización de la presente invención.

E71. Retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, donde N y K son números enteros positivos.

E72. Generar una primera señal de salida llevando a cabo una operación de correlación en las K señales retrasadas y una subsecuencia de preámbulo.

E73. Generar una segunda señal de salida llevando a cabo la operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas.

E74. Llevar a cabo un proceso de cancelación para la primera y segunda señales de salida para obtener una cadena de tren de datos y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.

En la presente realización de la presente invención, se obtiene una primera señal al multiplicar los resultados de múltiples operaciones de correlación en una señal receptora y una secuencia conocida, y el número de

multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de una subsecuencia de preámbulo, que mejora la correlación de señal y también aumenta la influencia de un desplazamiento de frecuencia en la correlación de señal; luego, se obtiene una segunda señal llevando a cabo múltiples multiplicaciones de resultados de operaciones de correlación de una señal y de sí misma y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de la subsecuencia de preámbulo, lo cual amplifica la influencia de un desplazamiento de frecuencia relativa en la correlación de señal; finalmente, se lleva a cabo un procesamiento de cancelación en la primera señal y la segunda señal para eliminar la influencia del desplazamiento de frecuencia relativa en un resultado de operación de correlación de señal, con el fin de suprimir la influencia en una señal provocada por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia mediante una mejora de la correlación de señal. Un pico de correlación obtenido puede mejorar la exactitud de la sincronización de tramas.

La Figura 8 es un diagrama de flujo esquemático de un método de sincronización de tramas 80 de un sistema inalámbrico según otra realización de la presente invención.

E81. Recibir una señal transmitida por una antena transmisora.

Un sistema MIMO distribuido $M \times N$ se usa como un ejemplo, donde el sistema tiene M antenas transmisoras y N antenas receptoras. La Figura 9 es un diagrama esquemático de una estructura de tramas 90 de una señal transmisora según una realización de la presente invención. Para una fácil descripción, se usa como ejemplo una estructura de tramas de señales enviadas por antenas transmisoras TX1 a TX3 cuando M es igual a 3. Como se muestra en la Figura 9, una trama 90 incluye una secuencia de preámbulo 91 y otras diversas secuencias 92. N_c es una longitud de una subsecuencia de preámbulo 93. Una subsecuencia de preámbulo forma una secuencia de preámbulo usando múltiples repeticiones cíclicas. Una longitud total de la secuencia de preámbulo es $K \times N_c$, donde K es el número de repeticiones de la secuencia de preámbulo y es un número entero positivo. Un transmisor de un sistema MIMO distribuido tiene un generador de subsecuencia de preámbulo y un circulador de preámbulo. El generador de subsecuencia de preámbulo se configura para generar una subsecuencia de preámbulo en un ciclo de N_c . La subsecuencia de preámbulo generada entra en el circulador de preámbulo para replicar K veces la subsecuencia de preámbulo con el fin de generar la secuencia de preámbulo con K círculos y una longitud total de $K \times N_c$.

En el sistema MIMO distribuido, cada una de N antenas receptoras recibe una señal transmisora enviada por un transmisor. Una correlación de la secuencia de preámbulo disminuye debido a la influencia del solapamiento de un desplazamiento de frecuencia relativa del sistema MIMO distribuido $M \times N$. En la siguiente descripción, en una realización de la presente invención, se configuran tres módulos, a saber, un módulo de mejora de correlación de señal, un módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa y un módulo de cancelación, para compensar una correlación de una señal de secuencia de preámbulo.

E82. Retrasar, de forma separada, una señal recibida por una de múltiples antenas receptoras en K afluentes.

Retrasar, de forma separada, la señal recibida por una antena receptora en los K afluentes y luego producir K señales retrasadas, donde un $K^{\text{ésimo}}$ afluente produce una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada. Por ejemplo, una cantidad de retraso de una primera señal retrasada que se retrasa y se produce en un primer afluente es 0, una cantidad de retraso de una segunda señal retrasada que se retrasa y se produce en un segundo afluente es $N_c \times t$ (N_c multiplicado por t), una cantidad de retraso de una tercera señal retrasada que se retrasa y se produce en un tercer afluente es $2 \times N_c \times t$, ..., una cantidad de retraso de una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada que se retrasa y se produce en un $K^{\text{ésimo}}$ afluente es $(K-1) \times N_c \times t$. Donde, K es el número de repeticiones de la secuencia de preámbulo y es un número entero positivo y t es un período de símbolo durante el procesamiento de banda de base. Con referencia a una descripción en E81, en el sistema MIMO distribuido, el número de repeticiones K de la subsecuencia de preámbulo está preestablecido, haciendo que un módulo de banda de base en un extremo receptor determine una cantidad de afluente K de señales de procesamiento según el número de repeticiones de la subsecuencia de preámbulo.

E83. Generar una primera señal de salida llevando a cabo una operación de correlación en las K señales retrasadas y la subsecuencia de preámbulo.

Las K señales con diferentes cantidades de retraso entran en el módulo de mejora de correlación de señal. Las etapas llevadas a cabo por el módulo de mejora de correlación para procesar las K señales con diferentes cantidades de retraso incluyen: llevar a cabo la operación de correlación (correlación) con una longitud de N_c en la señal con cada una de las K cantidades de retraso diferentes y la subsecuencia de preámbulo para obtener K resultados de salida de la operación de correlación, donde los resultados de salida también se conocen como primeras señales en el contexto; mientras tanto, generar una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales. La primera señal de salida mejora la correlación de una señal receptora y mejora la influencia de un desplazamiento de frecuencia relativa en la correlación de una señal receptora. La primera señal de salida es, por ejemplo, un numerador, un numerador en la fórmula 5 de una realización específica que se muestra en la etapa E85. Donde, $r_j(d+m)$ es una señal recibida en un punto de tiempo de $(d+m)$ desde la $j^{\text{ésima}}$ antena receptora en el extremo receptor, donde d es un punto de tiempo de muestreo, M indica un recuento de secuencias usadas para la operación

de correlación, con un valor de N_c símbolos en total dentro de un intervalo de 0 a (N_c-1) ; C_i es una secuencia de preámbulo y C_i^* es una conjugación de la subsecuencia de preámbulo.

E84. Generar una segunda señal de salida multiplicando, de forma separada, un resultado de la operación de correlación en las K señales retrasadas y las K señales retrasadas en sí mismas en los K afluentes.

- 5 Además, las K señales con diferentes cantidades de retraso además ingresan al módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa. El módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa se configura para extraer un valor de correlación de un desplazamiento de frecuencia relativa. Se debe notar que se extrae el valor de correlación del desplazamiento de frecuencia relativa, en lugar del desplazamiento de frecuencia relativa en sí mismo. El valor de correlación del desplazamiento de frecuencia relativa se usa para llevar a cabo una operación de división, en el módulo de cancelación, con un resultado de salida del módulo de mejora de correlación, para desplazar una parte de una correlación de desplazamiento de frecuencia relativa que mejora simultáneamente cuando mejora la correlación de señal.

15 Las etapas de implementación específicas incluyen: llevar a cabo la operación de correlación con la longitud de N_c en cada una de las K señales con diferentes cantidades de retraso y en sí mismas para obtener K resultados de salida de la operación de correlación, donde los resultados de salida también se conocen como segundas señales en el contexto; mientras tanto, generar la segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales. La obtención de la segunda señal de salida mejora una parte de la influencia mediante el desplazamiento de frecuencia relativa sobre la correlación de señal receptora. La segunda señal de salida es, por ejemplo, un denominador en la fórmula 5 de una realización específica que se muestra en la etapa E85.

20 E85. Llevar a cabo un procesamiento de cancelación para la primera señal de salida y la segunda señal de salida para obtener una cadena de tren de datos y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.

25 En el módulo de cancelación, llevar a cabo una operación de división para los resultados obtenidos en las etapas E83 y E84 con el fin de obtener la cadena de tren de datos. En la cadena de tren de datos, obtener el valor máximo como el pico de correlación, con el fin de obtener el pico de correlación usado por una señal, en la que finalmente se elimina la influencia del desplazamiento de frecuencia relativa, en la sincronización de tramas. La posición de un encabezamiento de trama se determina según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación y se implementa así el entramado y desentramado de la sincronización de tramas.

30 A continuación se describe una fórmula de operación: se usa como ejemplo un sistema MIMO distribuido 3×3 .

$$Pico = \frac{\sum_{m=0}^{N_c-1} r_j(d+m)c_i^*(d) \sum_{m=0}^{N_c-1} r_j(d+m+N_c)c_i^*(d) \sum_{m=0}^{N_c-1} r_j(d+m+2N_c)c_i^*(d)}{\sum_{m=0}^{N_c-1} r_j(d+m)r_j^*(d+m) \sum_{m=0}^{N_c-1} r_j(d+m+N_c)r_j^*(d+m+N_c) \sum_{m=0}^{N_c-1} r_j(d+m+2N_c)r_j^*(d+m+2N_c)}$$

Fórmula 5

Donde, $r_j(d+m)$ es una señal recibida en un punto de tiempo de $(d+m)$ de la $j^{\text{ésima}}$ antena receptora en el extremo receptor, d y m son números enteros positivos y pico indica el pico de correlación.

35 Mediante el uso del método anterior, se mejora la señal de correlación y se suprime la influencia de solapamiento de un desplazamiento de frecuencia en el sistema MIMO distribuido, lo cual provee un pico de correlación excelente para la sincronización de tramas. El método tiene una mejora significativa en la sincronización de tramas en el sistema MIMO distribuido existente. Sin embargo, dicho método también es aplicable al sistema SISO o al sistema MIMO centralizado. En comparación con la técnica anterior usada en el sistema SISO o el sistema MIMO centralizado, se mejora el pico de correlación de salida relativa de sincronización de tramas y se mejora un efecto de la sincronización de tramas al dividir un producto obtenido llevando a cabo la operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y la subsecuencia de preámbulo en los K afluentes por un producto obtenido llevando a cabo la operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y las K señales retrasadas en sí mismas en los K afluentes.

45 En la presente realización de la presente invención, se obtiene una primera señal multiplicando los resultados de múltiples operaciones de correlación en una señal receptora y una secuencia conocida, y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de una subsecuencia de preámbulo, lo cual mejora la correlación de señal y también aumenta la influencia de un desplazamiento de frecuencia en la correlación de señal; luego, se obtiene una segunda señal llevando a cabo múltiples multiplicaciones de resultados de operaciones de correlación de una señal y de sí misma, y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones

5 K de la subsecuencia de preámbulo, lo cual amplifica la influencia de un desplazamiento de frecuencia relativa en la correlación de señal; finalmente, se lleva a cabo un procesamiento de cancelación en la primera señal y la segunda señal para eliminar la influencia del desplazamiento de frecuencia relativa en un resultado de operación de correlación de señal, con el fin de suprimir la influencia de una señal provocada por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia mediante una mejora de la correlación de señal. Un pico de correlación obtenido puede mejorar la exactitud de la sincronización de tramas.

10 La Figura 10 es un diagrama esquemático de un efecto de un método de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico según una realización de la presente invención. El método se aplica en un sistema MIMO 4*4 con un desplazamiento de frecuencia relativa de 300 Khz, como se muestra en la Figura 10. La figura de la izquierda muestra todos los resultados generados y, en la derecha, un dibujo ampliado. Desde la parte superior a la inferior, hay una salida de pico de correlación 101, una primera señal de salida 102 producida por un módulo de mejora de correlación de señal y una segunda señal de salida 103 producida por una extracción de desplazamiento de frecuencia relativa. La salida de pico de correlación 101, como se muestra en la Figura 10, se vuelve plana, lo cual facilita el entramado.

15 La Figura 11 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de sincronización de tramas 110 según una realización de la presente invención. El aparato 110 incluye: un módulo de retraso 1101, un módulo de mejora de correlación de señal 1102, un módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa 1103 y un módulo de cancelación 1104.

20 El módulo de retraso 1101 retrasa, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y produce K señales retrasadas, donde N y K son números enteros positivos.

El módulo de mejora de correlación de señal 1102 genera una primera señal de salida llevando a cabo una operación de correlación en las K señales retrasadas producidas por el módulo de retraso 1101 y una subsecuencia de preámbulo.

25 El módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa 1103 genera una segunda señal de salida llevando a cabo la operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas producidas por el módulo de retraso 1101 y en cada una de las K señales retrasadas en sí mismas.

30 El módulo de cancelación 1104 lleva a cabo un procesamiento de cancelación para la primera señal de salida generada por el módulo de mejora de correlación de señal 1102 y la segunda señal de salida generada por el módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa 1103 para obtener una cadena de tren de datos y obtiene un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.

El aparato 110 implementa el método 70. A los fines de la brevedad, los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria.

35 La presente realización de la presente invención provee un aparato de sincronización de tramas, donde se obtiene una primera señal multiplicando resultados de múltiples operaciones de correlación en una señal receptora y una secuencia conocida, y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de una subsecuencia de preámbulo, lo cual mejora la correlación de señal y también aumenta la influencia de un desplazamiento de frecuencia en la correlación de señal; luego, se obtiene una segunda señal llevando a cabo múltiples multiplicaciones de resultados de operaciones de correlación de una señal y de sí misma, y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de la subsecuencia de preámbulo, lo cual amplifica la influencia de un desplazamiento de frecuencia relativa en la correlación de señal; finalmente, se lleva a cabo un procesamiento de cancelación en la primera señal y la segunda señal para eliminar la influencia del desplazamiento de frecuencia relativa en un resultado de operación de correlación de señal, con el fin de suprimir la influencia en una señal originada por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia mediante una mejora de la correlación de señal. Un pico de correlación obtenido puede mejorar la exactitud de la sincronización de tramas.

40 La Figura 12 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de sincronización de tramas 120 de un sistema inalámbrico según otra realización de la presente invención. El aparato 120 tiene un módulo de retraso 1201, un módulo de mejora de correlación de señal 1202, un módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa 1203 y un módulo de cancelación 1204, que son, respectivamente, iguales o similares a un módulo de retraso 1101, un módulo de mejora de correlación de señal 1102, un módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa 1103 y un módulo de cancelación 1104 de un aparato 110. La diferencia es que el aparato 120 además incluye un módulo de entramado 1205.

45 De manera opcional, el módulo de retraso 1201 se configura específicamente para retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, donde un $K^{\text{ésimo}}$ afluente produce una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada y una cantidad de retraso de la $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada es un producto de una longitud de $K-1$ subsecuencias de preámbulo y un período de símbolo.

De manera opcional, el módulo de mejora de correlación de señal 1202 se configura específicamente para llevar a cabo una operación de correlación con una longitud de la subsecuencia de preámbulo en cada una de las K señales retrasadas y una subsecuencia de preámbulo para producir K primeras señales y generar una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales.

- 5 De manera opcional, el módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa 1203 se configura específicamente para llevar a cabo la operación de correlación con la longitud de la subsecuencia de preámbulo en cada una de las K señales retrasadas y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas para producir K segundas señales y generar una segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales.

- 10 De manera opcional, una señal usada por el módulo de retraso 1201 es una señal transmisora que se envía mediante M antenas transmisoras y se recibe mediante una de las N antenas receptoras, donde una secuencia de preámbulo de la señal transmisora enviada por una de las M antenas transmisoras se genera mediante K subsecuencias de preámbulo que se disponen periódicamente, una longitud de la secuencia de preámbulo es K veces una longitud de la subsecuencia de preámbulo y M es un número entero positivo.

- 15 De manera opcional, en un sistema inalámbrico que incluye el aparato, el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y un transmisor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes y un receptor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes.

De manera opcional, el módulo de entramado 1205 lleva a cabo el entramado y produce información de estructura de tramas según el pico de correlación obtenido por el módulo de cancelación 1204.

- 20 Como una manera de implementación, el aparato 120 puede ser un aparato de sincronización de tramas en un sistema de comunicación inalámbrica, o un receptor que incluye el aparato de sincronización de tramas. El aparato 120 implementa un método 80. A los fines de la brevedad, los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria.

- 25 La presente realización de la presente invención provee un aparato de sincronización de tramas, donde se obtiene una primera señal multiplicando resultados de múltiples operaciones de correlación en una señal receptora y una secuencia conocida, y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de una subsecuencia de preámbulo, lo cual mejora la correlación de señal y también aumenta la influencia de un desplazamiento de frecuencia en la correlación de señal; luego, se obtiene una segunda señal llevando a cabo múltiples multiplicaciones de resultados de operaciones de correlación de una señal y de sí misma, y el número de multiplicaciones se determina por el número de repeticiones K de la subsecuencia de preámbulo, lo cual amplifica la influencia de un desplazamiento de frecuencia relativa en la correlación de señal; finalmente, se lleva a cabo un procesamiento de cancelación en la primera señal y la segunda señal para eliminar la influencia del desplazamiento de frecuencia relativa en un resultado de operación de correlación de señal, con el fin de suprimir la influencia en una señal originada por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia mediante una mejora de la correlación de señal. Un pico de correlación obtenido puede mejorar la exactitud de la sincronización de tramas.
- 30
- 35

- La Figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema inalámbrico 130 según una realización de la presente invención. El sistema inalámbrico 130 incluye un transmisor 1301, M antenas transmisoras 1302, N antenas receptoras 1303 y un receptor 1304. Donde, el transmisor 1301 puede incluir un generador de subsecuencia de preámbulo 13011, un circulador de preámbulo 13012 y así sucesivamente. El receptor 1304 puede incluir un aparato de sincronización de tramas 13041, un estimador de canal 13042, un estimador de desplazamiento de frecuencia 13043, un extractor de carga útil 13044 y así sucesivamente. El aparato de sincronización de tramas 13041 es igual o similar al aparato 120 o 110.
- 40

- El transmisor se configura para generar una señal transmisora y enviar la señal a M antenas transmisoras; las M antenas transmisoras se configuran para enviar la señal transmisora a N antenas receptoras; las N antenas receptoras se configuran para recibir la señal transmisora enviada por las M antenas transmisoras y enviar la señal al receptor; el receptor se configura para procesar la señal de una de las N antenas receptoras, donde el aparato de sincronización de tramas se configura para: retrasar, de forma separada, la señal recibida de una de las N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas y N y K son números enteros positivos; generar una primera señal de salida llevando a cabo una operación de correlación en las K señales retrasadas y una subsecuencia de preámbulo; generar una segunda señal de salida llevando a cabo la operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas; llevar a cabo un procesamiento de cancelación para la primera señal de salida y la segunda señal de salida con el fin de obtener una cadena de tren de datos y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.
- 45
- 50
- 55

De manera específica, como se muestra en la Figura 13, el transmisor 1301, mediante el uso del generador de subsecuencia de preámbulo 13011 y el circulador de preámbulo 13012, genera K círculos y secuencias de

preámbulo con una longitud total de $K \cdot N_c$, donde N_c es una longitud de una subsecuencia de preámbulo. La secuencia de preámbulo y otras secuencias se incluyen en una estructura de tramas de la señal transmisora y se envían a la antena receptora 1303 usando la antena transmisora 1302 como la señal transmisora. El receptor recibe la señal recibida por la antena receptora 1303. El aparato de sincronización de tramas 13041 procesa la señal, el pico de correlación de sincronización de tramas se genera mediante detecciones relativas de secuencia de preámbulo de una trama. Según una señal de pico, se lleva a cabo un entramado de la señal receptora y la información de estructura de tramas se produce en un resultado de entramado. La información de estructura de tramas se usa posteriormente por el estimador de canal 13042, el estimador de desplazamiento de frecuencia 13043 y el extractor de carga útil 13044 para extraer aún más datos específicos de la señal recibida.

- 5
- 10 El sistema inalámbrico 130 que usa el método y/o aparato de sincronización de tramas de las realizaciones de la presente invención puede ser un sistema SISO, un sistema MIMO centralizado o un sistema MIMO distribuido, donde, el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico en el sistema MIMO centralizado o el sistema MIMO distribuido es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2. Preferiblemente, en el sistema MIMO distribuido, el transmisor del sistema inalámbrico tiene dos o más osciladores locales independientes y el receptor del sistema inalámbrico tiene dos o más osciladores locales independientes.
- 15

El método y aparato de sincronización de tramas en las realizaciones de la presente invención pueden mejorar la correlación de señal, suprimir la influencia en una señal originada por el solapamiento de un desplazamiento de frecuencia y un pico de correlación obtenido puede mejorar la exactitud de la sincronización de tramas.

- 20 Una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede ser consciente de que, en combinación con los ejemplos descritos en las realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva, las unidades y etapas de algoritmos se pueden implementar mediante hardware electrónico o una combinación de software de ordenador y hardware electrónico. Si las funciones se llevan a cabo mediante hardware o software depende de las aplicaciones particulares y las condiciones de limitación de diseño de las soluciones técnicas. Una persona con experiencia en la técnica puede usar diferentes métodos para implementar las funciones descritas para cada aplicación particular, pero no se debe considerar que la implementación excede el alcance de la presente invención.
- 25

Una persona con experiencia en la técnica puede comprender de manera clara que, a los fines de una descripción conveniente y breve, para un proceso de trabajo detallado del sistema, aparato y unidad anteriores, se puede hacer referencia a un proceso correspondiente en las realizaciones de método anteriores y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria.

30

En las diversas realizaciones provistas en la presente solicitud, se debe comprender que el sistema, aparato y método descritos pueden implementarse de otras maneras. Por ejemplo, la realización de aparato descrita es meramente a modo de ejemplo. Por ejemplo, la división de unidad es meramente una división de función lógica y en la implementación real la división puede ser otra. Por ejemplo, se pueden combinar o integrar en otro sistema múltiples unidades o componentes, o algunas características se pueden ignorar o no llevar a cabo. Además, los acoplamientos mutuos representados o descritos o los acoplamientos directos o conexiones de comunicaciones se pueden implementar a través de algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o conexiones de comunicación entre los aparatos o unidades se pueden implementar de forma electrónica, mecánica u otras.

35

Las unidades descritas como partes separadas pueden o no estar físicamente separadas y las partes representadas como unidades pueden o no ser unidades físicas, estar ubicadas en una posición, o pueden estar distribuidas en múltiples unidades de red. Algunas o todas las unidades se pueden seleccionar según las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

40

Además, las unidades funcionales en las realizaciones de la presente invención pueden estar integradas en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir sola físicamente, o dos o más unidades pueden estar integradas en una unidad.

45

Cuando las funciones se implementan en una forma de una unidad funcional de software y se venden o usan como un producto independiente, las funciones se pueden almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Según dicho entendimiento, las soluciones técnicas de la presente invención esencialmente, o la parte que contribuye a la técnica anterior, o una parte de las soluciones técnicas, se pueden implementar en una forma de un producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento e incluye diversas instrucciones para indicar a un dispositivo de ordenador (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) que lleve a cabo alguna o todas las etapas de los métodos descritos en las realizaciones de la presente invención. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar un código de programa como, por ejemplo, una unidad flash USB, un disco duro removible, una memoria de solo lectura (ROM, por sus siglas en inglés), una memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés), un disco magnético o un disco óptico.

50

55

5 Las descripciones anteriores son meramente formas de implementación específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación o reemplazo inmediatamente descubierto por una persona con experiencia en la técnica dentro del alcance técnico descrito en la presente invención caerá dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico, que comprende:

retrasar (71, 82), de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, en donde la señal es una señal transmisora enviada por una de M antenas transmisoras, una secuencia de preámbulo de la señal transmisora se genera mediante K subsecuencias de preámbulo que se disponen de forma periódica, una longitud de la secuencia de preámbulo es K veces la longitud de la subsecuencia de preámbulo y M, N y K son números enteros positivos;

llevar a cabo (72, 83) una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y la subsecuencia de preámbulo para producir K primeras señales y generar (72, 83) una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales;

llevar a cabo (73, 84) una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas para producir K segundas señales y generar (73, 84) una segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales; y

caracterizado por que lleva a cabo (74, 85) una operación de división en la primera señal de salida y la segunda señal de salida para obtener una cadena de tren de datos y obtiene (74, 85) un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.

2. El método según la reivindicación 1, en donde retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas comprende:

retrasar, de forma separada, la señal recibida de una de las N antenas receptoras en los K afluentes y producir las K señales retrasadas, en donde un $K^{\text{ésimo}}$ afluente produce una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada y una cantidad de retraso de la $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada es un producto de una longitud de K-1 subsecuencias de preámbulo y un período de símbolo.

3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde: en un sistema inalámbrico que usa el método, el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y un transmisor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales y un receptor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes.

4. Un aparato de sincronización de tramas de un sistema inalámbrico (110, 120, 13041), que comprende:

un módulo de retraso (1101, 1201), configurado para retrasar, de forma separada, una señal recibida de una de N antenas receptoras en K afluentes y producir K señales retrasadas, en donde la señal usada por el módulo de retraso (1101, 1201) es una señal transmisora enviada por una de M antenas transmisoras, una secuencia de preámbulo de la señal transmisora se genera mediante K subsecuencias de preámbulo que se disponen de forma periódica, una longitud de la secuencia de preámbulo es K veces la longitud de la subsecuencia de preámbulo y M, N y K son números enteros positivos;

un módulo de mejora de correlación de señal (1102, 1202), configurado para llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas producidas por el módulo de retraso (1101, 1201) y la subsecuencia de preámbulo para producir K primeras señales y generar una primera señal de salida multiplicando las K primeras señales;

un módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa (1103, 1203), configurado para llevar a cabo una operación de correlación en cada una de las K señales retrasadas producidas por el módulo de retraso (1101, 1201) y cada una de las K señales retrasadas en sí mismas para producir K segundas señales y generar una segunda señal de salida multiplicando las K segundas señales; y

caracterizado por que comprende un módulo de cancelación (1104, 1204), configurado para llevar a cabo una operación de división en la primera señal de salida generada por el módulo de mejora de correlación de señal (1102, 1202) y la segunda señal de salida generada por el módulo de extracción de desplazamiento de frecuencia relativa (1103, 1203) para obtener una cadena de tren de datos; y obtener un valor máximo de la cadena de tren de datos como un pico de correlación, con el fin de determinar una posición de un encabezamiento de trama según un punto de tiempo correspondiente al pico de correlación.

5. El aparato según la reivindicación 4, en donde:

el módulo de retraso (1101, 1201) se configura específicamente para retrasar, de forma separada, la señal recibida de una de N antenas receptoras en los K afluentes y producir K señales retrasadas, en donde un $K^{\text{ésimo}}$ afluente produce una $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada y una cantidad de retraso de la $K^{\text{ésima}}$ señal retrasada es un producto de una longitud de K-1 subsecuencias de preámbulo y un período de símbolo.

6. El aparato según la reivindicación 4 o 5, en donde: en un sistema inalámbrico que comprende el aparato (110, 120, 13041), el número M de antenas transmisoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y el número N de antenas receptoras del sistema inalámbrico es igual a o mayor que 2 y un transmisor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes y un receptor del sistema inalámbrico tiene más de dos osciladores locales independientes.
- 5
7. Un sistema inalámbrico, que comprende un transmisor (1301), M antenas transmisoras (1302), N antenas receptoras (1303) y un receptor (1304), en donde el receptor (1304) comprende el aparato de sincronización de tramas del sistema inalámbrico (13041) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, y en donde:
- 10
- el transmisor (1301) se configura para generar una señal transmisora y enviar la señal transmisora a las M antenas transmisoras (1302);
- las M antenas transmisoras (1302) se configuran para enviar la señal transmisora a las N antenas receptoras (1303);
- las N antenas receptoras (1303) se configuran para recibir la señal transmisora enviada por las M antenas transmisoras (1302) y enviar la señal transmisora al receptor (1304); y
- el receptor (1304) se configura para procesar una señal de una de las N antenas receptoras (1303).

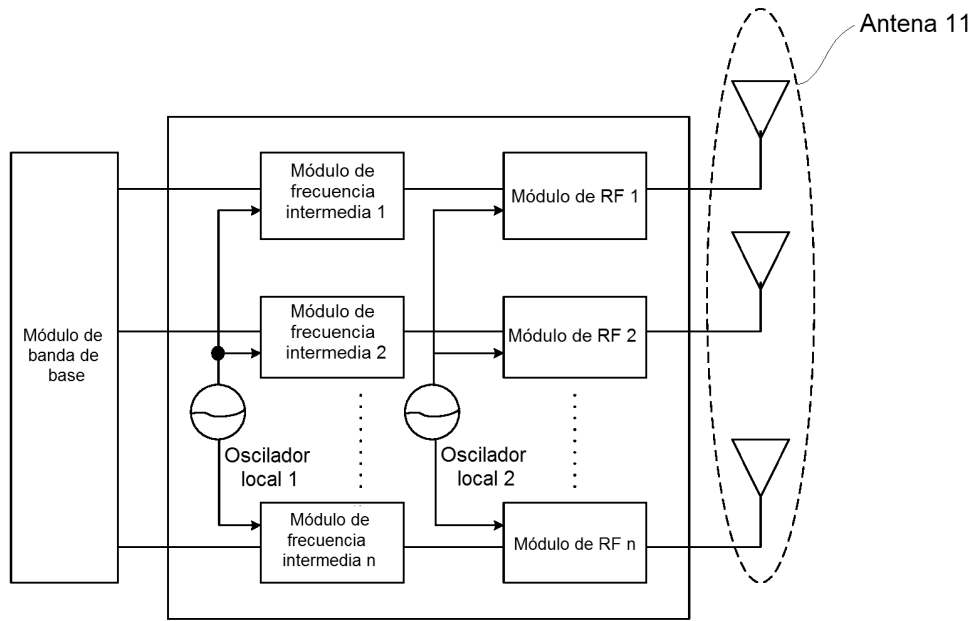


FIG. 1

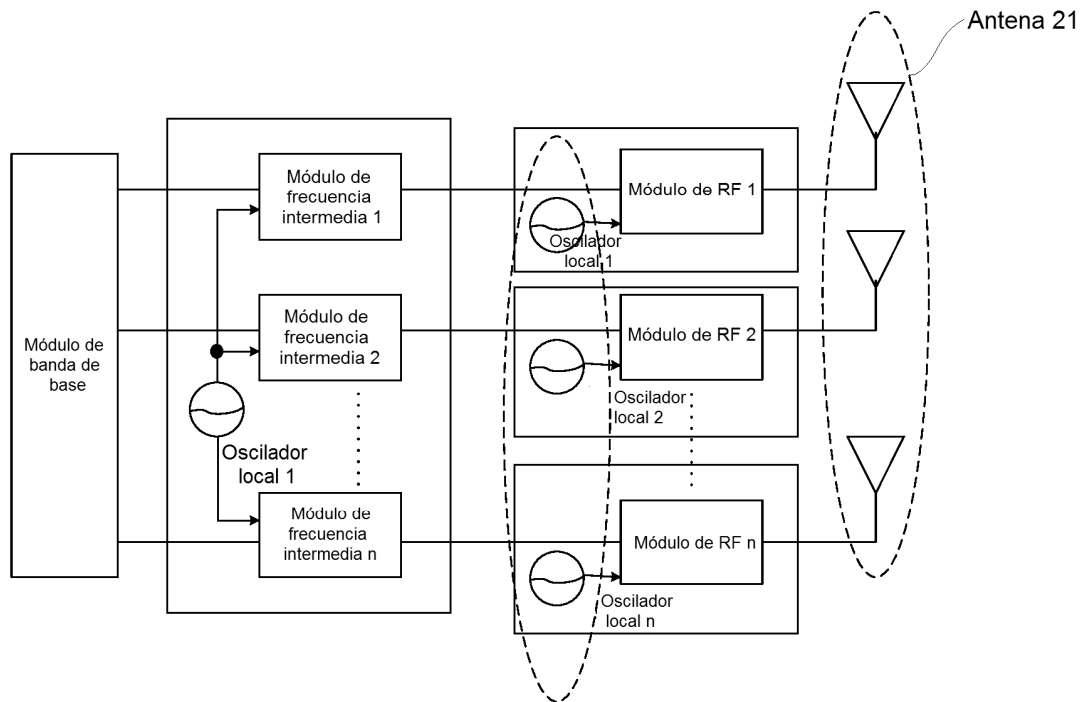


FIG. 2

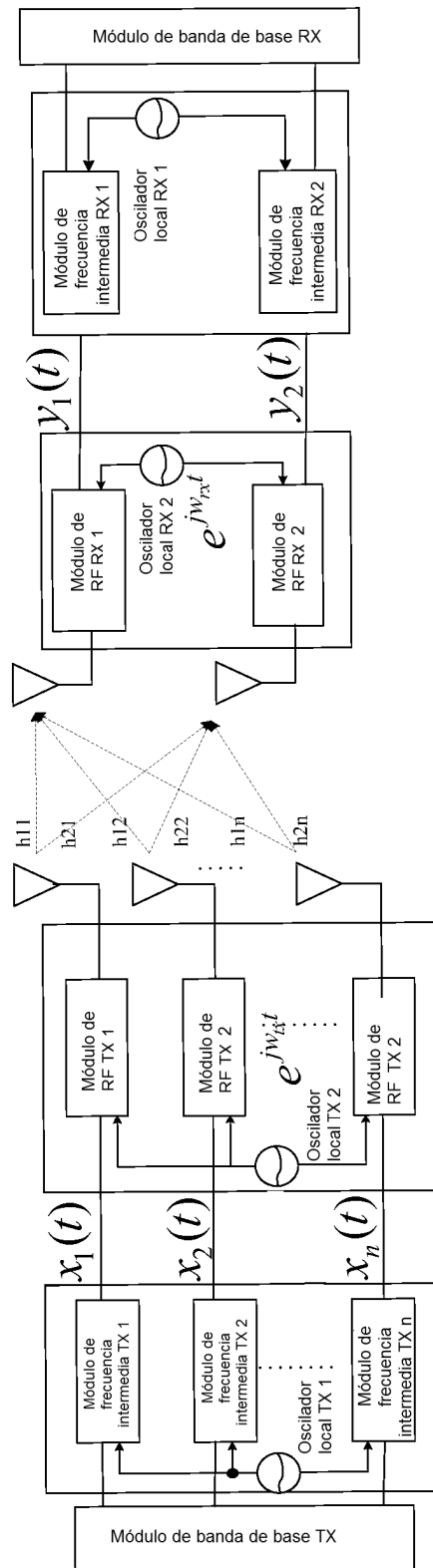


FIG. 3

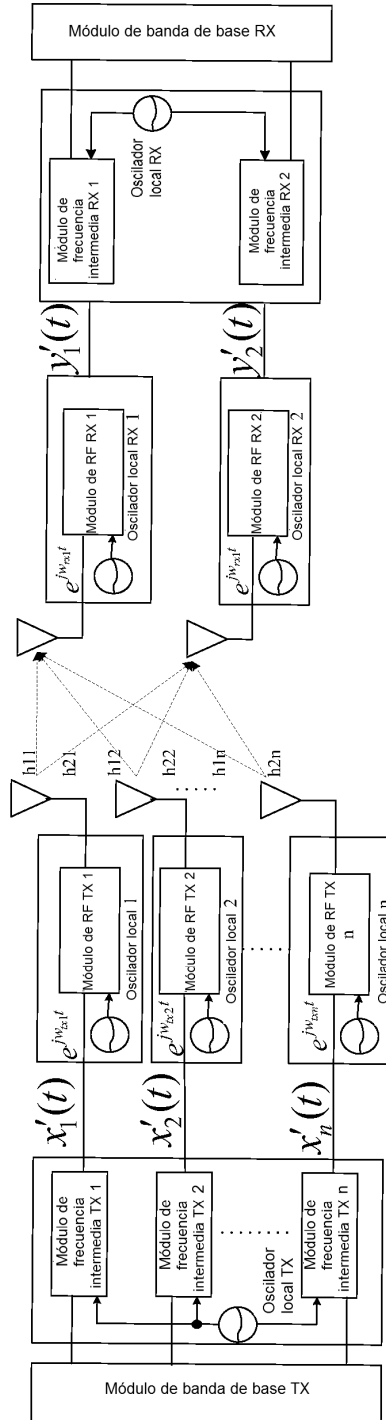


FIG. 4

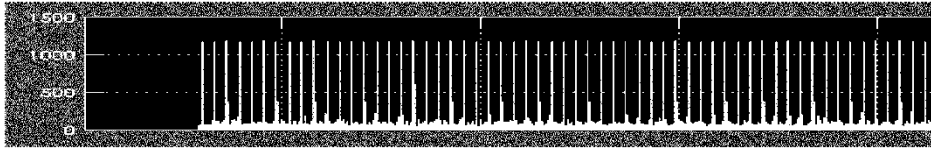


FIG. 5



FIG. 6A

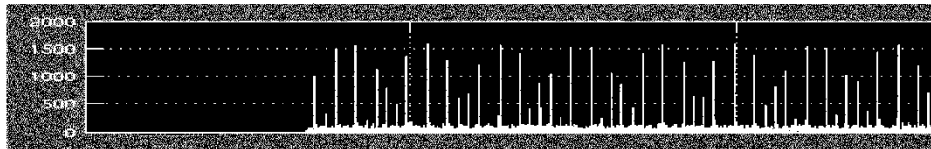


FIG. 6B

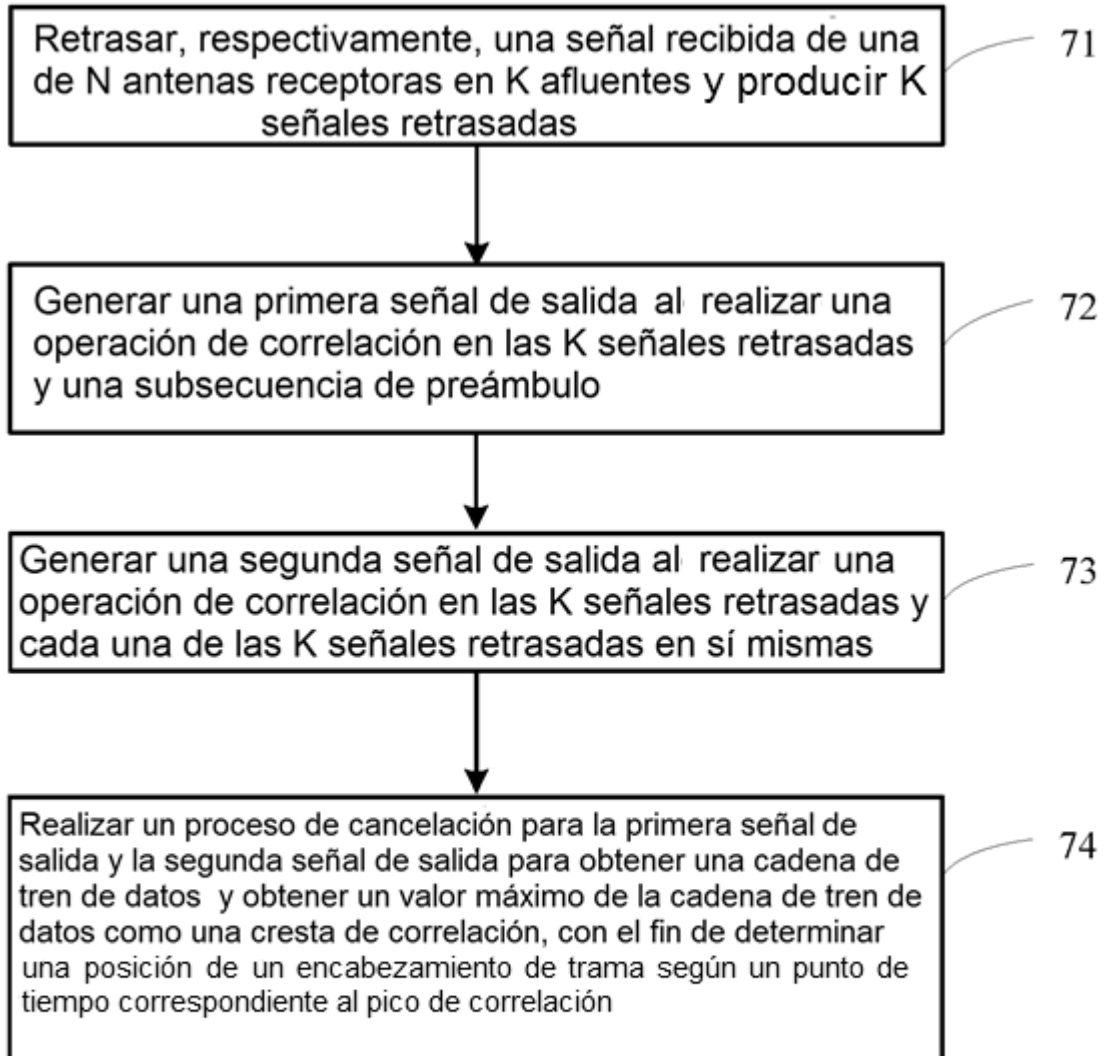


FIG. 7

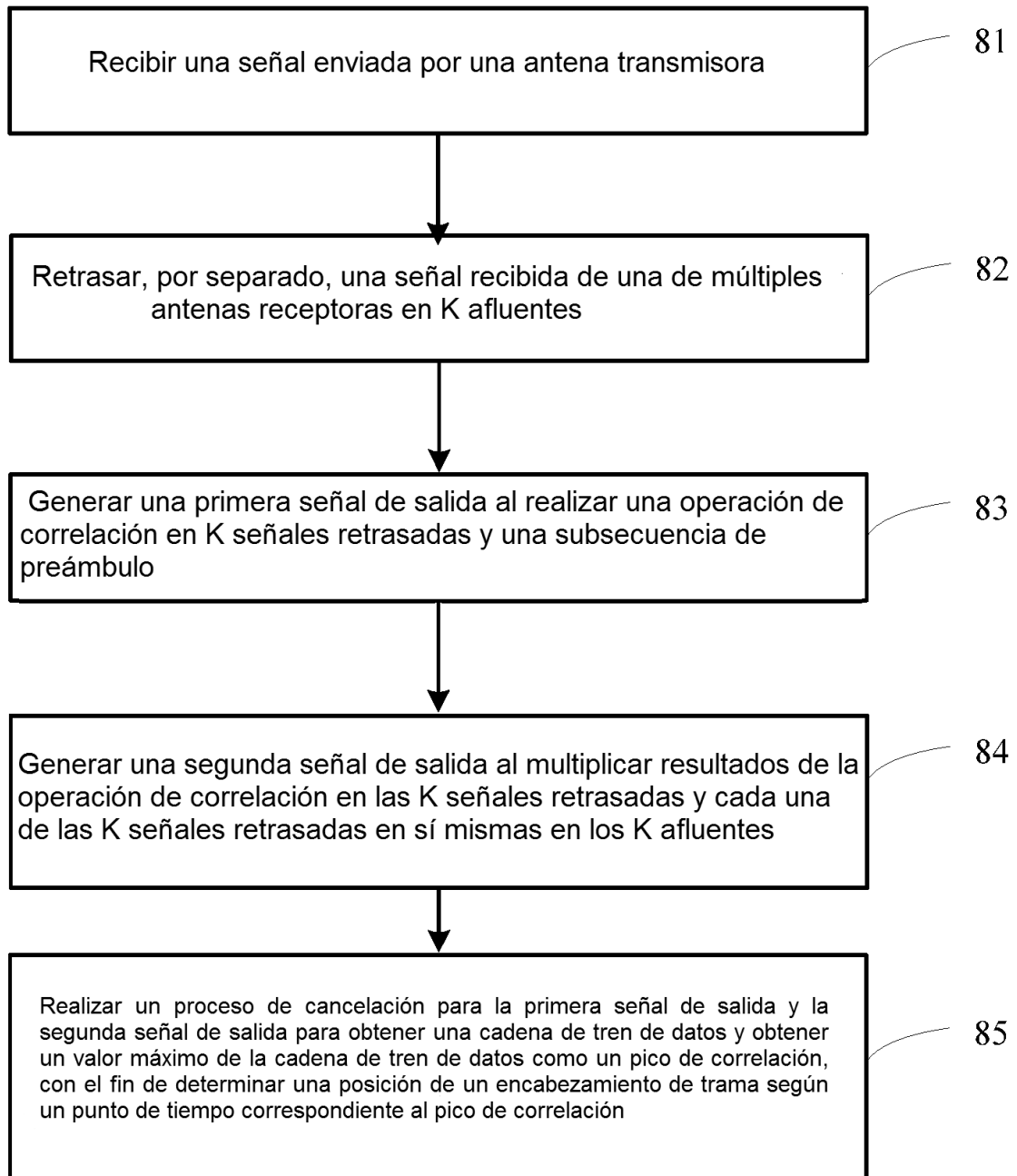


FIG. 8

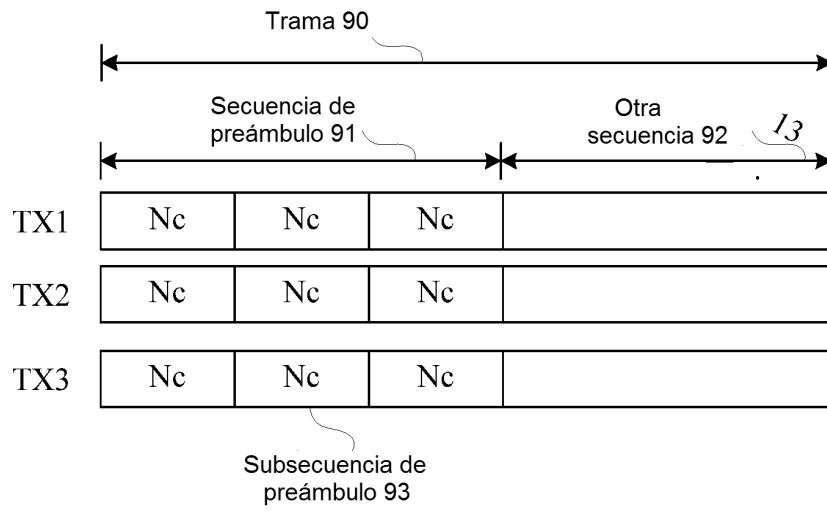


FIG. 9

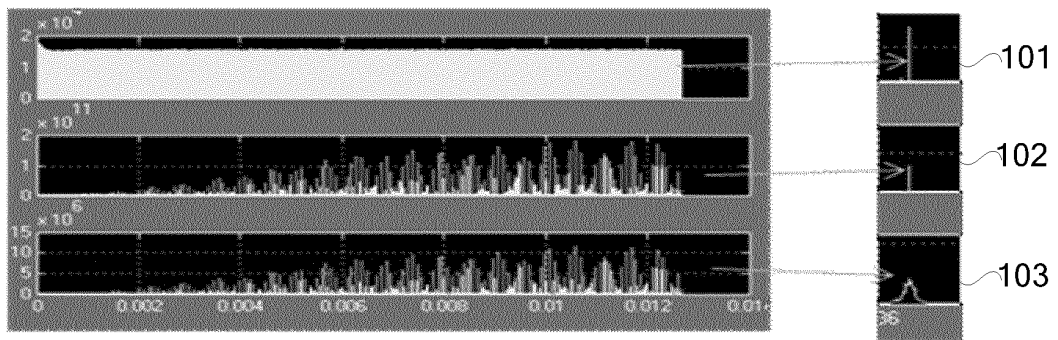


FIG. 10

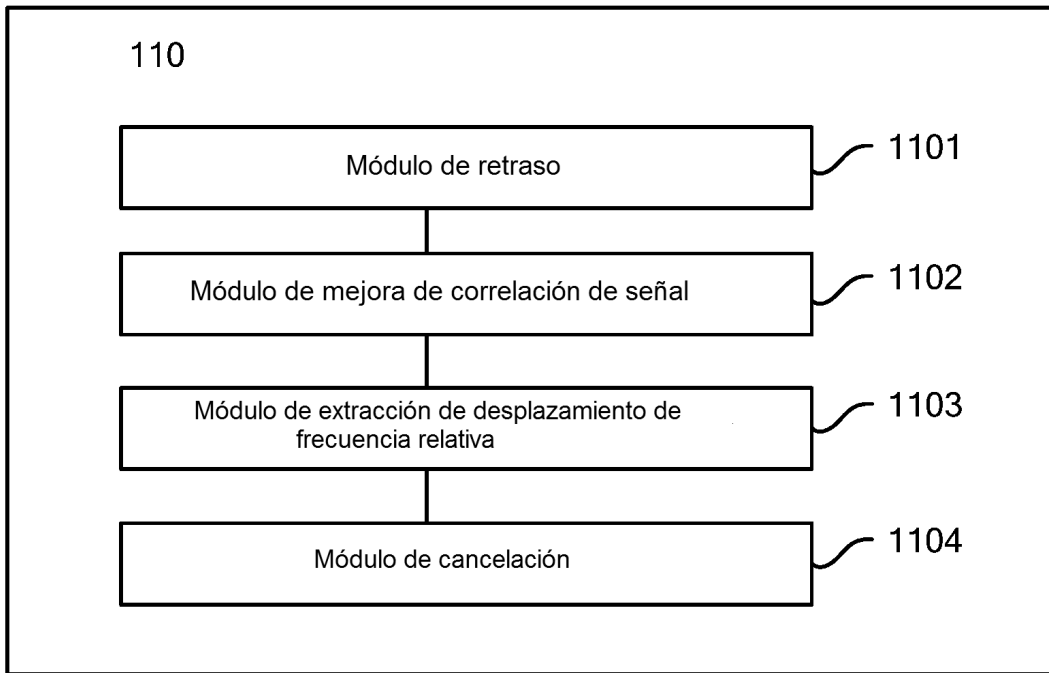


FIG. 11

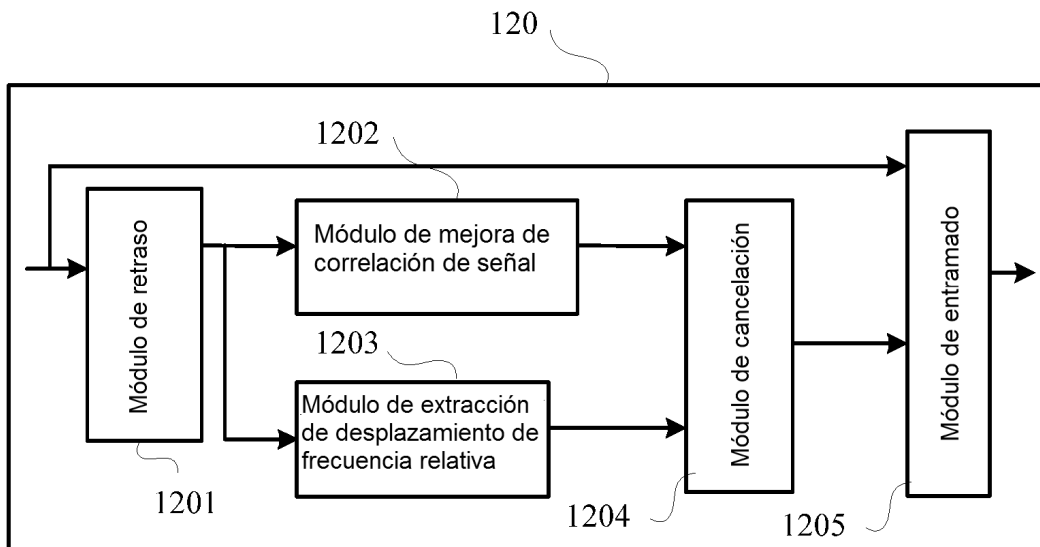


FIG. 12

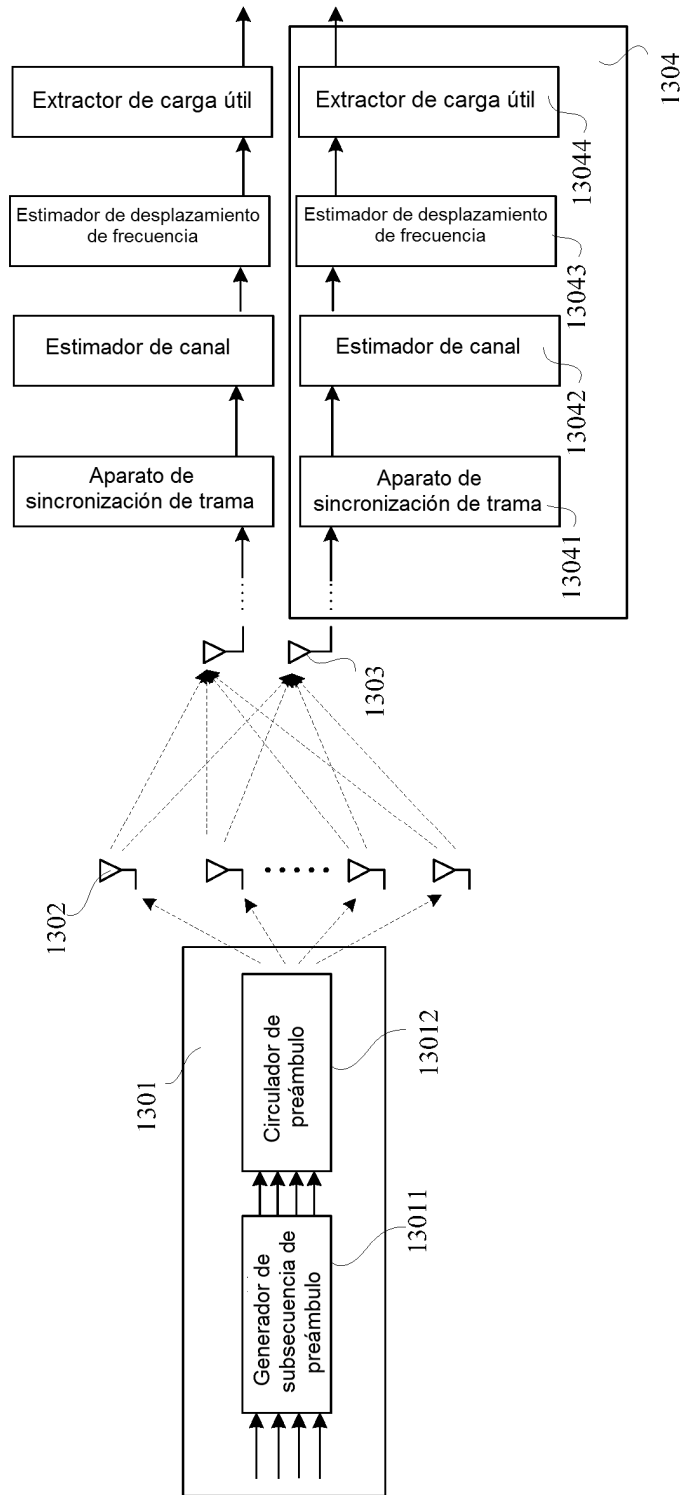


FIG. 13