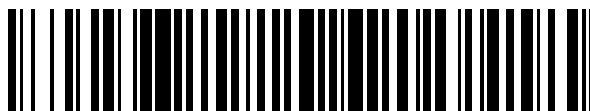


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 912**

51 Int. Cl.:

H04W 56/00 (2009.01)

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2010 PCT/CN2010/071329**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2010 WO10135927**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2010 E 10780009 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2434814**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de sincronización**

30 Prioridad:

26.05.2009 CN 200910202983

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

26.02.2019

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE Plaza, Keji Road South, Hi-Tech Industrial
Park, Nanshan District
Shenzhen, Guangdong 518057, CN**

72 Inventor/es:

**YOU, YUEYI;
LI, QIANG;
QIU, NING;
CAO, NANSHAN y
ZHANG, TAO**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 701 912 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

Procedimiento y dispositivo de sincronización

5 Sector técnico

La invención se refiere a una técnica de sincronización del sector técnico de la comunicación inalámbrica, y, concretamente, a un procedimiento y un aparato de sincronización.

10 Antecedentes de la técnica relacionada

La Administración estatal de Radio, Cine y Televisión publicó el estándar de la industria de radiodifusión móvil multimedia de China (China mobile multimedia broadcasting, CMMB) en octubre de 2006, que adopta la técnica de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM, orthogonal frequency division multiplexing). La técnica de OFDM es una técnica de modulación de múltiples portadoras conocida, y el principio principal de la técnica de OFDM es: dividir un canal en una pluralidad de sub-canales ortogonales, convertir los datos de alta velocidad en sub-flujos de datos de baja velocidad concurrentes, y modular los sub-flujos de datos de baja velocidad en cada sub-canal ortogonal para su transmisión. En el extremo de recepción, se puede adoptar una técnica de correlación para separar señales ortogonales, reduciendo así la interferencia mutua entre los sub-canales ortogonales. El ancho de banda de cada sub-canal ortogonal es menor que el ancho de banda correlacionado del canal, y, por lo tanto, cada sub-canal ortogonal se puede considerar como desvanecimiento plano, pudiéndose eliminar por lo tanto la interferencia entre símbolos. Asimismo, como el ancho de banda de cada sub-canal ortogonal es solo una pequeña parte del ancho de banda del canal original, la equalización del canal se vuelve relativamente sencilla. La OFDM se ha usado en una pluralidad de estándares de sistemas inalámbricos en la actualidad, tales como los sistemas de radiodifusión de audio digital y vídeo digital de Europa (DAB, DVB-T y DVB-H) y los sistemas de LAN inalámbrica de alta velocidad de datos de 5 GHz (IEEE802.11a, HiperLan2, MMAC), etc.

El sistema de CMMB propuso una nueva estructura de trama de la capa física, como se muestra en la figura 1, en la que una trama de radio incluye 40 intervalos de tiempo, y cada intervalo de tiempo incluye una baliza y una pluralidad de símbolos OFDM. La figura 2 proporciona un diagrama esquemático de una estructura de baliza en cada intervalo de tiempo en una estructura de trama de la capa física del sistema de CMMB, en el que una baliza está compuesta por una secuencia de identificación del transmisor (TxID) y dos señales de sincronización (SYNC) iguales. La duración temporal de cada señal de sincronización es de 204,8 microsegundos.

El problema de la sincronización es un problema práctico que cualquier sistema de comunicación debe resolver en primer lugar, y el rendimiento de la sincronización afecta directamente al rendimiento de todo el sistema de comunicación. No es posible tener una transmisión de datos fiable sin un algoritmo de sincronización robusto y correcto. El proceso de sincronización de OFDM normalmente incluye dos procesos de una sincronización gruesa y una sincronización fina. La sincronización gruesa es usar una autocorrelación deslizante en primer lugar, y después buscar el valor máximo de la autocorrelación deslizante para obtener una posición de sincronización gruesa; y la sincronización fina se obtiene en general detectando el primer trayecto eficaz de una respuesta de impulso del canal después de obtener la posición de sincronización gruesa.

En el algoritmo de sincronización de la técnica relacionada, normalmente se adopta la sincronización gruesa más la sincronización fina para que cada símbolo de sincronización obtenga la posición de sincronización, y la complejidad de cálculo del algoritmo de sincronización es alta. Además, aparecerá un valor anómalo cuando se produzca un desvanecimiento profundo en el símbolo de sincronización, y, por lo tanto, el procedimiento de sincronización existente no es lo suficientemente estable.

50 Se puede encontrar un ejemplo en el documento WO2009/055987.

Resumen de la invención

El problema a resolver en la invención es dar a conocer un procedimiento y un aparato de sincronización, y la complejidad de este procedimiento es menor y el rendimiento es estable.

Con el fin de resolver el problema anterior, la invención da a conocer un procedimiento de sincronización que comprende:

60 obtener una posición de símbolo de sincronización \hat{a}_0 de un intervalo de tiempo de un período de actualización inicial;

tomar $N_{seguimiento}$ tramas como un período de actualización para ajustar la posición de símbolo de sincronización, y la etapa de ajustar la posición de símbolo de sincronización comprende: obtener una posición de símbolo de sincronización $\hat{a}_{k+1} = \hat{a}_k + N_{seguimiento} \hat{T}_k$ de un intervalo de tiempo correspondiente de un $(k+1)$ -ésimo período de

actualización según una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k de un intervalo de tiempo correspondiente de un k -ésimo período de actualización y un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización; en el que el intervalo de tiempo correspondiente se refiere a un intervalo de tiempo que corresponde a una posición de dicho intervalo de tiempo de dicho período de actualización inicial;

5 obtener posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en dicho k -ésimo período de actualización según la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k del intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización, en el que el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k se refiere a un valor de estimación de una desviación de la posición de símbolo de sincronización en una trama, $k \geq 0$;

con el fin de implementar una sincronización de temporización.

15 La etapa de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de dicho intervalo de tiempo del período de actualización inicial comprende:

llevar a cabo una sincronización gruesa en N_{gruesa} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{gruesa} posiciones de sincronización normalizadas $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$, y llevar a cabo un filtrado de mediana en $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ para obtener una posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ; en la que N_{gruesa} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la sincronización gruesa;

obtener posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} y un período de los símbolos de sincronización que se producen en un extremo de envío;

25 llevar a cabo una sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$, y obtener dicha posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}; x_{N-1}$; en la que N_{adq} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la captura de muestreo entre tramas.

30 Un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} \alpha \hat{T}_k + (1 - \alpha) \hat{T}_{seguimiento, k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento, k+1}| \leq Th_{dec}, \\ \hat{T}_k, & \text{resto} \end{cases}$$

35 en la que Th_{dec} es un umbral de decisión de si un valor de seguimiento es anómalo, α es un factor de ponderación, $0 \leq \alpha \leq 1$, \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del k -ésimo período de actualización, $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ es un valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, $k \geq 0$, el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del período de actualización inicial es \hat{T}_0 ; y una forma de calcular $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ comprende: estimar la posición de símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo inicial de cada trama en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, realizar una sustracción en las posiciones de símbolos de sincronización de los intervalos de tiempo iniciales de todas las tramas para obtener una desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, y obtener $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ según la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente.

45 El valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial se obtiene mediante las siguientes etapas:

desplazar la posición \hat{d}_0 M puntos de muestreo hacia atrás después de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 del período de actualización inicial, en el que M es el número de puntos de muestreo en una trama, llevar a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$, y obtener $\hat{d}_{\alpha 1}$ después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$; y

realizar una sustracción en $\hat{d}_{\alpha 1}$ y \hat{d}_0 para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_0 = \hat{d}_{\alpha 1} - \hat{d}_0$ en el período de actualización inicial.

El valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización se obtiene mediante las siguientes etapas:

60 3a, en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_{k+1} del intervalo de tiempo correspondiente del símbolo de sincronización del $(k+1)$ -ésimo período de actualización M puntos de

muestreo hacia atrás para cortar y obtener un símbolo de sincronización de un mismo intervalo de tiempo de una trama siguiente, en el que M es el número de puntos de muestreo de cada trama;

5 3b, llevar a cabo una estimación de sincronización fina en el símbolo de sincronización cortado para obtener una nueva posición de símbolo de sincronización normalizada \hat{d}_i , y tomar una posición inicial del símbolo de sincronización cortado durante la normalización como 0;

3c, obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $y_i = \hat{d}_i$ de una vez;

10 3d, estimar $N_{seguimiento}$ valores de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización según las etapas anteriores 3a, 3b y 3c;

3e, llevar a cabo el filtrado de mediana en $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ para obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización.

15 Si el intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización es un intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización, entonces un valor de una posición de símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ de un j -ésimo intervalo de tiempo de una i -ésima trama en otros intervalos de tiempo en el k -ésimo período de actualización es como sigue:

20

$$S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{N_{intervalos}} \cdot (N_{intervalos} \cdot i + j), \quad 0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1, \quad 0 \leq j \leq N_{intervalos} - 1$$

en el que $N_{intervalos}$ es el número de intervalos de tiempo incluidos en cada trama.

La invención da a conocer además un aparato de sincronización, que comprende:

25 un módulo de obtención de la posición de símbolo de sincronización inicial, que está configurado para obtener una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de un intervalo de tiempo de un período de actualización inicial;

30 un módulo de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas, que está configurado para obtener un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de un k -ésimo período de actualización; en el que el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k se refiere a un valor de estimación de una desviación de la posición de símbolo de sincronización en una trama, $k \geq 0$;

35 un módulo de actualización, que está configurado para: tomar $N_{seguimiento}$ tramas como un período de actualización, obtener una posición de símbolo de sincronización $\hat{d}_{k+1} = \hat{d}_k + N_{seguimiento} \hat{T}_k$ de un intervalo de tiempo correspondiente de un $(k+1)$ -ésimo período de actualización según una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k de un intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización; en el que el intervalo de tiempo correspondiente se refiere a un intervalo de tiempo que corresponde a una posición de dicho intervalo de tiempo de dicho período de actualización inicial; y

40 un módulo de predicción de sincronización, que está configurado para obtener posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en dicho k -ésimo período de actualización según la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k del intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización;

con el fin de implementar una sincronización de temporización.

Dicho módulo de obtención de la posición de símbolo de sincronización comprende:

50 una unidad de obtención de la posición de sincronización inicial, que está configurada para llevar a cabo una sincronización gruesa en N_{gruesa} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{gruesa} posiciones de sincronización normalizadas $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$, y llevar a cabo un filtrado de mediana en $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ para obtener una posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ; en la que N_{gruesa} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la sincronización gruesa;

55 una unidad de sincronización fina, que está configurada para obtener posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} y un período de los símbolos de sincronización que se producen en un extremo de envío, llevar a cabo una sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas

$x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$; y

una unidad de filtrado, que está configurada para obtener dicha posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$; en la que N_{adq} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la captura de muestreo entre tramas.

Dicho módulo de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas comprende:

una unidad de estimación inicial, que está configurada para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial;

una unidad de seguimiento, que está configurada para seguir las desviaciones de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, y obtener un valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, en la que $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ se obtiene estimando la posición de símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo inicial de cada trama en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, realizando una sustracción en las posiciones de símbolos de sincronización del intervalo de tiempo inicial de cada trama para obtener la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, y obteniendo $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ según la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente; y

una unidad de generación, que está configurada para generar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} \alpha \hat{T}_k + (1 - \alpha) \hat{T}_{seguimiento,k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento,k+1}| \leq Th_{dec}, \\ \hat{T}_k, & \text{resto} \end{cases}$$

en la que Th_{dec} es un umbral de decisión de si un valor de seguimiento es anómalo, α es un factor de ponderación, $0 \leq \alpha \leq 1$, \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del k -ésimo período de actualización, $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ es el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, y $k \geq 0$.

Dicha unidad de estimación inicial está configurada para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial de la siguiente manera:

desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 M puntos de muestreo hacia atrás después de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 del período de actualización inicial, en la que el M es el número de puntos de muestreo en una trama, llevar a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$, y obtener $\hat{d}_{\alpha 1}$ después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$; y realizar la sustracción en $\hat{d}_{\alpha 1}$ y \hat{d}_0 para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_0 = \hat{d}_{\alpha 1} - \hat{d}_0$ en el período de actualización inicial.

Dicha unidad de seguimiento comprende:

una sub-unidad de corte, que está configurada para, en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_{k+1} del intervalo de tiempo correspondiente del símbolo de sincronización del $(k+1)$ -ésimo período de actualización M puntos de muestreo hacia atrás para cortar y obtener un símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo correspondiente de una trama siguiente, en la que M es el número de puntos de muestreo de cada trama, y el número del corte y de la obtención es $N_{seguimiento}$;

una sub-unidad de estimación, que está configurada para llevar a cabo una estimación de sincronización fina del símbolo de sincronización cortado cada vez para obtener una nueva posición de símbolo de sincronización normalizada \hat{d}_i , $0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1$, y tomar una posición inicial del símbolo de sincronización cortado durante la normalización como 0;

una sub-unidad de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo, que está configurada para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_i = \hat{d}_i$ según la posición de símbolo de sincronización normalizada \hat{d}_i obtenida mediante la sub-unidad de estimación, $0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1$, y

una sub-unidad de filtrado, que está configurada para: llevar a cabo el filtrado de mediana en $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ para obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización.

Dicho módulo de predicción de sincronización está configurado para obtener las posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en dicho k -ésimo período de actualización cuando el intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización es un intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización, de la siguiente manera:

5 un valor de una posición de símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ de un j -ésimo intervalo de tiempo de una i -ésima trama en los otros intervalos de tiempo es como sigue:

$$S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{N_{intervalos}} \cdot (N_{intervalos} \cdot i + j), \quad 0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1, \quad 0 \leq j \leq N_{intervalos} - 1;$$

10 en el que $N_{intervalos}$ es el número de intervalos de tiempo incluidos en cada trama, y dicho \hat{d}_k es la posición de símbolo de sincronización del intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura de trama basada en una división de intervalos de tiempo en un sistema CMMB existente;

20 la figura 2 es un diagrama esquemático de una estructura de baliza existente;

la figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de sincronización de temporización de un terminal CMMB según una realización de la presente invención;

25 la figura 4 es un diagrama esquemático de una probabilidad de fallo de capturar una desviación de muestreo entre tramas bajo un filtro de mediana de diferentes longitudes según una realización de la presente invención;

la figura 5 es un diagrama esquemático de una variación de la desviación de muestreo entre tramas con el tiempo en un proceso de seguimiento según una realización de la presente invención;

30 la figura 6 es un diagrama de bloques de un aparato de sincronización de temporización según una realización de la presente invención.

Realizaciones preferentes de la presente invención

35 Con el fin de hacer que el esquema técnico en algunas realizaciones y sus ventajas técnicas sean más claras, tomando la radiodifusión móvil multimedia de China como un ejemplo, el esquema técnico de obtener la sincronización de temporización del terminal CMMB propuesto en las realizaciones se describirá en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

40 El sistema de radiodifusión puede hacer uso de la periodicidad de las tramas de datos de una señal de transmisión de radiodifusión para predecir una posición de sincronización, lo que no solo reduce la complejidad, sino que también mejora la robustez y la precisión de la sincronización.

45 El concepto principal es: en primer lugar, obtener una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de un período de actualización inicial, a continuación, tomar $N_{seguimiento}$ tramas como un período de actualización para ajustar la posición de símbolo de sincronización, siendo la forma de ajuste: obtener una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización según una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k y un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k del k -ésimo período de actualización, en el que un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización es una suma ponderada del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k del k -ésimo período de actualización y el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas inicial \hat{T}_0 se obtiene capturando las desviaciones de muestreo entre tramas. En cada período de actualización, las posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo se obtienen según \hat{d}_k y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k , y el procedimiento específico se puede abordar como sigue. Para una descripción cómoda, las realizaciones se ilustrarán tomando la posición de símbolo de sincronización del primer intervalo de tiempo de la primera trama en el k -ésimo período de actualización como \hat{d}_k (donde \hat{d}_0 es la posición de símbolo de sincronización del intervalo de tiempo inicial de la trama inicial en este momento).

60 Se describe un procedimiento de sincronización de temporización, que se usa para obtener una posición de sincronización de una señal de recepción en el terminal, y, como se muestra en la figura 3, el procedimiento comprende las siguientes etapas.

Etapa -301-, se lleva a cabo la sincronización inicial para obtener una posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ;

la sincronización inicial es: llevar a cabo una sincronización gruesa en N_{gruesa} intervalos de tiempo continuos, estimar N_{gruesa} posiciones de sincronización normalizadas que son $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ en secuencia, y llevar a cabo un filtrado de mediana en las posiciones de sincronización estimadas para obtener la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} .

Las posiciones de sincronización normalizadas anteriores son las posiciones iniciales de los símbolos de sincronización obtenidas reiniciando el recuento de los puntos de muestreo iniciales desde 0 después de cortar los datos de un único intervalo de tiempo.

La sincronización gruesa se puede obtener adoptando una correlación de retardo o un filtro adaptado, y después buscando un valor máximo.

El filtrado de mediana que obtiene la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} obtiene la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} según la siguiente formula:

en la que N_{gruesa} valores de estimación $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ se disponen según el orden de los valores de los N_{gruesa} números de la manera siguiente: $x_{i_0} \leq x_{i_1} \leq \dots \leq x_{i_{N_{gruesa}-1}}$, entonces

$$\hat{d}_{gruesa} = Mediana \{x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}\} = \begin{cases} x_{\left(\frac{N_{gruesa}-1}{2}\right)}, & N_{gruesa} \text{ es un número impar} \\ \frac{1}{2} \left(x_{i_{\left(\frac{N_{gruesa}-1}{2}\right)}} + x_{i_{\left(\frac{N_{gruesa}}{2}\right)}} \right), & N_{gruesa} \text{ es un número par} \end{cases}$$

Etapa -302-, se captura la desviación de muestreo entre tramas para obtener un valor de captura de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{adq} ;

la desviación de muestreo entre tramas es una desviación de temporización en una trama unitaria causada por la desviación de un oscilador de un reloj de muestreo, es decir, una desviación de la posición de símbolo de sincronización en una trama.

El proceso de capturar la desviación de muestreo entre tramas es como sigue:

2a) se suponen las posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} , es decir, se obtienen las posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} y un período de los símbolos de sincronización producidos en un extremo de envío;

2b) se lleva a cabo una sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos, se obtienen N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$, y se lleva a cabo el filtrado de mediana en $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$ para obtener $\hat{d}_{\alpha 1}$;

2c) los símbolos de sincronización de los mismos intervalos de tiempo de la trama siguiente se cortan y se obtienen desplazando M puntos de muestreo hacia atrás desde $\hat{d}_{\alpha 1}$, se lleva a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos, se obtienen N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$, y se lleva a cabo el filtrado de mediana en las $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$ para obtener $\hat{d}_{\alpha 2}$;

2d) se realiza una sustracción en $\hat{d}_{\alpha 1}$ y $\hat{d}_{\alpha 2}$ para obtener el valor de captura de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{adq} = \hat{d}_{\alpha 2} - \hat{d}_{\alpha 1}$.

Ciertamente, también se puede adoptar una forma similar para estimar $\hat{d}_{\alpha 3}, \hat{d}_{\alpha 4}, \dots, \hat{d}_{\alpha n}$, y llevar a cabo la sustracción para obtener n-1 $\hat{T}_{adq}(s)$, y, a continuación, llevar a cabo el filtrado de mediana para obtener el valor de captura de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{adq} .

La sincronización fina anterior se puede obtener buscando el primer trayecto eficaz de la respuesta de impulso del canal.

Etapa -303-, se sigue la desviación de muestreo entre tramas;

seguir la desviación de muestreo entre tramas es seguir la desviación de muestreo entre tramas en cada período de actualización, lo que comprende: en cada período de actualización, estimar la posición de símbolo de sincronización

del intervalo de tiempo inicial de cada trama en ese período de actualización, realizar la sustracción para obtener la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, y obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas de ese período de actualización según la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, lo que específicamente es como sigue:

5 3a) sin pérdida de generalidad, se asume que la posición inicial del símbolo de sincronización actual es 0, y el símbolo de sincronización del mismo intervalo de tiempo de la siguiente se corta y se obtiene desplazando M puntos de muestreo hacia atrás;

10 3b) se lleva a cabo la estimación de sincronización fina en el símbolo de sincronización, se obtiene la nueva posición de sincronización normalizada \hat{d}_i , y la posición inicial del símbolo de sincronización cortada en la normalización se toma como 0;

15 3c) se obtiene el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_i = \hat{d}_i$ de una vez;

3d) se estiman los valores de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ de $N_{seguimiento}$ veces según las etapas anteriores;

20 3e) se lleva a cabo el filtrado de mediana en $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ para obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$, es decir:

$$\hat{T}_{seguimiento} = \text{Mediana}\{\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}\}.$$

Etapa -304-, se ajusta una posición de sincronización de temporización;

25 ajustar la posición de sincronización de temporización comprende dos partes de actualizar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas y ajustar la posición de sincronización de nivel de intervalo de tiempo.

El proceso de actualizar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k es como sigue:

30 4a) durante la inicialización, se obtiene el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k mediante el proceso anterior de capturar la desviación de muestreo entre tramas, es decir, $\hat{T}_0 = \hat{T}_{adq}$;

35 4b) el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k se ajusta una vez cada $N_{seguimiento}$ tramas, y se asume que el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas actual es \hat{T}_k , entonces

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} \alpha \hat{T}_k + (1 - \alpha) \hat{T}_{seguimiento, k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento, k+1}| \leq Th_{dec} \\ \hat{T}_k & \text{resto} \end{cases},$$

40 en el que $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ es el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, que también se denomina un valor de seguimiento; \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del k -ésimo período de actualización, que también se denomina un valor histórico; Th_{dec} es un umbral de decisión de si el valor de seguimiento es anómalo, lo que se usa para determinar si se adopta el valor de seguimiento para modificar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas, y α es un factor de ponderación para estimar el valor de la desviación de muestreo entre tramas usando el valor histórico y el valor de seguimiento, y $0 \leq \alpha \leq 1$.

El proceso anterior de ajustar la posición de sincronización del nivel de intervalo de tiempo es como sigue:

50 4c) durante la inicialización, se obtiene la posición de sincronización \hat{d}_0 del intervalo de tiempo inicial de la trama inicial mediante la sincronización inicial anterior y el proceso de capturar la desviación de muestreo entre tramas, es decir, $\hat{d}_0 = \hat{d}_{a1}$;

55 4d) el período de ajustar la posición de sincronización de trama es actualizar una vez cada $N_{seguimiento}$ tramas, se toman cada $N_{seguimiento}$ tramas como una supertrama, y se asume que la posición inicial del símbolo de sincronización del primer intervalo de tiempo de la primera trama en la k -ésima supertrama es \hat{d}_k , entonces la posición de símbolo de sincronización correspondiente del primer intervalo de tiempo de la primera trama en la $(k+1)$ -ésima supertrama es $\hat{d}_{k+1} = \hat{d}_k + N_{seguimiento} \hat{T}_k$, la posición de símbolo de sincronización correspondiente del primer intervalo de tiempo de la primera trama en la $(k+2)$ -ésima supertrama es $\hat{d}_{k+2} = \hat{d}_{k+1} + N_{seguimiento} \hat{T}_{k+1}$, y así sucesivamente.

60 4e) la posición inicial del símbolo de sincronización de cada intervalo de tiempo en la supertrama se calcula según la posición de símbolo de sincronización de la supertrama. Se asume que la posición inicial del símbolo de

sincronización del j -ésimo intervalo de tiempo de la i -ésima trama en la k -ésima supertrama es $S_{i,j}^{(k)}$, entonces:

$$S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{N_{intervalos}} \cdot (N_{intervalos} \cdot i + j), \quad 0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1, \quad 0 \leq j \leq N_{intervalos} - 1,$$

5 en el que $N_{intervalos}$ es el número de intervalos de tiempo incluidos en cada trama, lo que se determina mediante una configuración específica del sistema, por ejemplo, $N_{intervalos}$ se fija a 40 en el estándar CMMB.

4f) se calcula una posición inicial de la ventana FFT de cada símbolo OFDM según la posición inicial del símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ del intervalo de tiempo, y como la desviación de temporización existente entre los puntos de muestreo de cabecera y de cola no es grande, se puede considerar que no existe desviación de muestreo en el intervalo de tiempo.

10 A continuación, el procedimiento de algunas realizaciones se describirá en detalle haciendo referencia a una realización específica.

15 Una realización del procedimiento de sincronización de temporización en el terminal CMMB se da a conocer a continuación, y cada parámetro de la realización se muestra en la tabla 1:

Tabla 1 Tabla de parámetros principales de la realización

Parámetro	Valor del parámetro	Significado del parámetro
M	10 ⁷	El número de puntos de muestreo en una trama unitaria
N_{gruesa}	3	El número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en el proceso de sincronización inicial
N_{adq}	3	El número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en un proceso de capturar el muestreo entre tramas
$N_{seguimiento}$	3	El período de actualización del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas
Th_{dec}	40	El umbral de decisión de si el valor de seguimiento es anómalo
α	0,75	El factor de ponderación del valor histórico y el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas

20 Las etapas específicas del flujo de la sincronización de temporización según la realización son las siguientes:

etapa -401-, se lleva a cabo la inicialización, y se obtiene la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 del intervalo de tiempo inicial de la trama inicial;

25 y la forma específica es como sigue:

se lleva a cabo la sincronización gruesa en 3 intervalos de tiempo continuos para obtener 3 posiciones de sincronización normalizadas, que son x_0, x_1, x_2 en secuencia, y se lleva a cabo el filtrado de mediana para obtener la posición de sincronización inicial $\hat{d}_{gruesa} = Mediana\{x_0, x_1, x_2\}$;

se suponen las posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ;

35 se lleva a cabo la sincronización fina 3 veces en los símbolos de sincronización en los 3 intervalos de tiempo continuos, se obtienen 3 posiciones de sincronización normalizadas x'_0, x'_1, x'_2 , y se obtiene $\hat{d}_0 = Mediana\{x'_0, x'_1, x'_2\}$ después del filtrado de mediana;

40 etapa -402-, se captura la desviación de muestreo entre tramas para obtener el valor de captura de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{adq} , obteniendo así el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_0 = \hat{T}_{adq}$;

lo que específicamente es como sigue:

45 se suponen las posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ;

se lleva a cabo la sincronización fina 3 veces en los símbolos de sincronización en los 3 intervalos de tiempo continuos, se obtienen 3 posiciones de sincronización normalizadas x_0, x_1, x_2 , y se obtiene $\hat{d}_{a1} = Mediana\{x_0, x_1, x_2\}$ después del filtrado de mediana;

se lleva a cabo la sincronización fina 3 veces en los símbolos de sincronización en los 3 intervalos de tiempo continuos desplazando M (en la presente memoria 10^7) puntos de muestreo hacia atrás desde la posición $\hat{d}_{\alpha 1}$, se obtienen 3 posiciones de sincronización normalizadas x_0, x_1, x_2 , y se obtiene $\hat{d}_{\alpha 2} = Mediana\{x_0, x_1, x_2\}$ después del filtrado de mediana;

se realiza la sustracción de $\hat{d}_{\alpha 1}$ y $\hat{d}_{\alpha 2}$ para obtener el valor de captura de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{adq} = \hat{d}_{\alpha 2} - \hat{d}_{\alpha 1}$.

Etapa -403-, se sigue la desviación de muestreo entre tramas, lo que comprende:

cortar y obtener el símbolo de sincronización del intervalo de tiempo correspondiente en la siguiente trama desplazando 10^7 puntos de muestreo hacia atrás desde la posición de símbolo de sincronización actual:

llevar a cabo la estimación de sincronización fina en el símbolo de sincronización, y se obtiene la nueva posición de sincronización normalizada \hat{d}_i ;

obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_i = \hat{d}_i$ de una vez;

estimar los valores de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \hat{y}_2$ de 3 veces según las etapas anteriores;

llevar a cabo el filtrado de mediana $\hat{T}_{seguimiento} = Mediana\{\hat{y}_0, \hat{y}_1, \hat{y}_2\}$.

Etapa -404-, se ajusta la posición de sincronización:

ajustar la posición de sincronización de temporización comprende dos partes de actualizar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas y ajustar la posición de sincronización del nivel de intervalo de tiempo;

en la que actualizar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k comprende:

ajustar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas una vez cada $N_{seguimiento}$ tramas, y se asume que el valor de estimación actual es \hat{T}_k , entonces

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} 0,75\hat{T}_k + 0,25\hat{T}_{seguimiento,k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento,k+1}| \leq 40, \\ \hat{T}_k & \text{resto} \end{cases}$$

en el que el proceso de ajustar la posición de sincronización del nivel de intervalo de tiempo es como sigue:

el período de ajuste de la posición de sincronización de trama es actualizar una vez cada 3 tramas, cada 3 tramas se consideran una supertrama, y se asume que la posición inicial del símbolo de sincronización del primer intervalo de tiempo de la primera trama en la k -ésima supertrama es \hat{d}_k , y entonces la posición correspondiente de la $(k+1)$ -ésima supertrama es $\hat{d}_{k+1} = \hat{d}_k + 3\hat{T}_k$, y así sucesivamente;

la posición de símbolo de sincronización de cada intervalo de tiempo en la supertrama se calcula según la posición de sincronización de la supertrama. Se asume que la posición inicial del símbolo de sincronización del j -ésimo intervalo de tiempo de la i -ésima trama en la k -ésima supertrama es $S_{i,j}^{(k)}$, entonces:

$$S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{40} \cdot (40i + j), \quad 0 \leq i \leq 2, \quad 0 \leq j \leq 39$$

la posición inicial de la ventana FFT de cada símbolo OFDM se calcula según la posición inicial del símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ del intervalo de tiempo, y, como la desviación de temporización existente entre los puntos de muestreo de cabecera y de cola no es grande, se puede considerar que no existe desviación de muestreo en el intervalo de tiempo.

En la realización anterior, el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas se calcula en el intervalo de una trama, y también se puede calcular en 2 o más tramas; y si el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas se calcula en p tramas, M es el número de puntos de muestreo de p tramas en este momento. Calcular la posición de símbolo de sincronización de cada intervalo de tiempo en el mismo período de actualización también se debe cambiar consecuentemente.

La figura 4 proporciona una probabilidad de fallo de capturar la desviación de muestreo entre tramas del filtro de mediana de diferentes longitudes según la realización, y en la figura 4 se puede ver que la probabilidad de fallo de

capturar la desviación de muestreo entre tramas se reduce con el aumento de la longitud del filtro de mediana.

La figura 5 proporciona un diagrama esquemático de la variación del valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas con el tiempo según la presente invención, y en la figura 5 se puede ver que, en el proceso de seguimiento, el error de estimación de la desviación de muestreo entre tramas es convergente, y la desviación de muestreo entre tramas se reduce con el aumento del tiempo.

También se describe un aparato de sincronización de temporización, y, como se muestra en la figura 6, el aparato comprende:

un módulo -601- de obtención de la posición de símbolo de sincronización inicial, que se usa para obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de un intervalo de tiempo del período de actualización inicial;

un módulo -602- de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas, que se usa para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k del k -ésimo período de actualización; en el que el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de la posición de símbolo de sincronización en una trama, $k \geq 0$;

un módulo -603- de actualización, que se usa para tomar $N_{seguimiento}$ tramas como el período para actualizar la posición de símbolo de sincronización, y obtener la posición de símbolo de sincronización $\hat{d}_{k+1} = \hat{d}_k + N_{seguimiento} \hat{T}_k$ del intervalo de tiempo del $(k+1)$ -ésimo período de actualización según la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k del intervalo de tiempo del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de este período de actualización; y

un módulo -604- de predicción de sincronización, que se usa para obtener las posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en el período de actualización según la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k del intervalo de tiempo del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k del período de actualización.

El módulo -601- de obtención de la posición de símbolo de sincronización inicial comprende, además:

una unidad de obtención de la posición de sincronización inicial, que se usa para llevar a cabo la sincronización gruesa en los N_{gruesa} intervalos de tiempo continuos y obtener N_{gruesa} posiciones de sincronización normalizadas, que son $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ en secuencia, y llevar a cabo el filtrado de mediana en $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ para obtener la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ;

una unidad de sincronización fina, que se usa para obtener las posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} y el período de los símbolos de sincronización que se producen en el extremo de envío; llevar a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos, y obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$, y

una unidad de filtrado, que se usa para obtener \hat{d}_0 después de llevar a cabo el filtrado de mediana en las $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$.

El módulo -602- de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas comprende, además:

una unidad -6021- de estimación inicial, que se usa para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 en el período de actualización inicial;

una unidad -6022- de seguimiento, que se usa para seguir la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, y la forma de seguimiento comprende: estimar la posición de símbolo de sincronización del intervalo de tiempo inicial de cada trama en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, realizar la sustracción para obtener la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, y obtener $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ según la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente;

una unidad -6023- de generación, que se usa para generar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización según la siguiente fórmula:

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} \alpha \hat{T}_k + (1 - \alpha) \hat{T}_{seguimiento,k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento,k+1}| \leq Th_{dec}, \\ \hat{T}_k, & \text{resto} \end{cases}$$

en la que Th_{dec} es el umbral de decisión de si el valor de seguimiento es anómalo, α es el factor de ponderación, $0 \leq \alpha \leq 1$, \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del k -ésimo período de actualización, y $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ es el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, $k \geq 0$.

5 La unidad -6021- de estimación inicial obtiene el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial de la siguiente manera:

10 desplazar M puntos de muestreo hacia atrás desde la posición \hat{d}_0 después de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 del período de actualización inicial, en la que M es el número de puntos de muestreo en una trama, y llevar a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos, obteniendo N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$, y obtener $\hat{d}_{\alpha 1}$ después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$;

15 realizar la sustracción para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_0 = \hat{d}_{\alpha 1} - \hat{d}_0$ en el período de actualización inicial.

La unidad -6022- de seguimiento comprende:

20 una sub-unidad de corte, que se usa para cortar y obtener el símbolo de sincronización del mismo intervalo de tiempo de la trama siguiente desplazando M puntos de muestreo hacia atrás según la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_{k+1} del período de actualización en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, en la que M es el número de puntos de muestreo en cada trama, y se cortan $N_{seguimiento}$ veces en conjunto;

25 una sub-unidad de estimación, que lleva a cabo la estimación de sincronización final en el símbolo de sincronización cortado cada vez, y obtiene la nueva posición de sincronización normalizada \hat{d}_i , $0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1$;

30 una sub-unidad de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo, que se usa para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_i = \hat{d}_i$ según la \hat{d}_i obtenida mediante la sub-unidad de estimación, $0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1$;

35 una sub-unidad de filtrado, que se usa para llevar a cabo el filtrado de mediana en $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ para obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización.

El módulo -604- de predicción de sincronización predice para obtener el valor de la posición inicial del símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ del j -ésimo intervalo de tiempo de la i -ésima trama en el k -ésimo período de actualización de la siguiente manera:

$$40 \quad S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{N_{intervalos}} \cdot (N_{intervalos} \cdot i + j), \quad 0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1, \quad 0 \leq j \leq N_{intervalos} - 1;$$

en el que $N_{intervalos}$ es el número de los intervalos de tiempo incluidos en cada trama, y \hat{d}_k es la posición de símbolo de sincronización del intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización.

45 Algunas realizaciones se pueden aplicar en el sistema de radiodifusión similar al sistema CMMB.

Las características del esquema técnico de las realizaciones son las siguientes: (1) adoptar el procedimiento del filtrado de mediana de los múltiples intervalos de tiempo continuos para mejorar la robustez de la sincronización inicial; (2) usar el resultado de la sincronización fina de tramas adyacentes para estimar la desviación de muestreo entre tramas; (3) adoptar los mecanismos duales del filtrado de mediana y el umbral de decisión de fiabilidad de la sincronización para garantizar la robustez del proceso de actualizar la estimación de la desviación de muestreo entre tramas; (4) realizar el mejor uso de la característica periódica de la señal de radiodifusión; (5) ajustar la posición de sincronización de temporización basándose en la técnica de predicción de sincronización en lugar de llevar a cabo la sincronización gruesa y la sincronización fina en cada símbolo de sincronización, lo que reduce la complejidad de cálculo. El procedimiento de sincronización de señal de las realizaciones usa el resultado de la sincronización fina para estimar la desviación de muestreo entre tramas, y combina técnicas de predicción de sincronización, filtrado de mediana y umbral de decisión de fiabilidad de la sincronización, etc. para garantizar la robustez de la sincronización del sistema.

60 Ciertamente, la invención también puede tener diversas realizaciones diferentes, y los expertos en la materia pueden realizar diversas modificaciones y variaciones según la invención sin salirse del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones. Dichas modificaciones y variaciones deben caer dentro del alcance de

protección de la presente invención.

Aplicabilidad industrial

- 5 El procedimiento y el aparato de las realizaciones hacen el mejor uso posible de la característica de la estructura de trama de la capa física móvil multimedia de China, e implementa la robusta y valiosa estimación de la posición de sincronización de temporización. Cuando una determinada señal de trama se interrumpe, la técnica de sincronización tradicional perderá la posición de sincronización, lo que hace que el sistema se reinicie; sin embargo, el procedimiento y el aparato de las realizaciones pueden seguir la posición de sincronización aunque se interrumpen varias señales de trama. Además, se producirán valores anómalos del resultado de la sincronización
- 10 fina cuando se produzca un desvanecimiento profundo del símbolo de sincronización; y el procedimiento y aparato de las realizaciones elimina los valores anómalos adoptando técnicas de predicción de sincronización, filtrado de mediana y decisión del umbral de fiabilidad de la sincronización, etc., lo que mejora drásticamente la robustez de la sincronización del sistema.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de sincronización, que comprende:

5 obtener una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de un intervalo de tiempo de un período de actualización inicial;

tomar $N_{seguimiento}$ tramas como un período de actualización para ajustar la posición de símbolo de sincronización, y comprendiendo la etapa de ajustar la posición de símbolo de sincronización:

10 obtener una posición de símbolo de sincronización $\hat{d}_{k+1} = \hat{d}_k + N_{seguimiento} \hat{T}_k$ de un intervalo de tiempo correspondiente de un $(k+1)$ -ésimo período de actualización según una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k de un intervalo de tiempo correspondiente de un k -ésimo período de actualización y un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización; en el que el intervalo de tiempo correspondiente se refiere a un intervalo de tiempo que corresponde a una posición de dicho intervalo de tiempo de dicho período de actualización inicial;

20 obtener posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en dicho k -ésimo período de actualización según la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k del intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización, en el que la desviación de muestreo entre tramas es una desviación de temporización en una trama unitaria causada por la desviación de un oscilador de un reloj de muestreo, y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k se refiere a un valor de estimación de una desviación de la posición de símbolo de sincronización en una trama, $k \geq 0$;

25 con el fin de implementar una sincronización de temporización.

2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la etapa de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de dicho intervalo de tiempo del período de actualización inicial comprende:

30 llevar a cabo una sincronización gruesa en N_{gruesa} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{gruesa} posiciones de sincronización normalizadas $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$, y llevar a cabo un filtrado de mediana en $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ para obtener una posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ; en el que N_{gruesa} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la sincronización gruesa;

35 obtener posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} y un período de los símbolos de sincronización que se producen en un extremo de envío;

40 llevar a cabo una sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$, y obtener dicha posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$; en el que N_{adq} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la captura de muestreo entre tramas.

45 3. Procedimiento, según las reivindicaciones 1 o 2, en el que un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} \alpha \hat{T}_k + (1 - \alpha) \hat{T}_{seguimiento, k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento, k+1}| \leq Th_{dec}, \\ \hat{T}_k & \text{resto} \end{cases}$$

50 en la que Th_{dec} es un umbral de decisión de si un valor de seguimiento es anómalo, α es un factor de ponderación, $0 \leq \alpha \leq 1$, \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del k -ésimo período de actualización, $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ es un valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, $k \geq 0$, el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del período de actualización inicial es \hat{T}_0 ; y una forma de calcular $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ comprende: estimar la posición de símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo inicial de cada trama en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, realizar una sustracción en las posiciones de símbolos de sincronización de los intervalos de tiempo iniciales de todas las tramas para obtener una desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, y obtener $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ según la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente.

60 4. Procedimiento, según la reivindicación 3, en el que el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial se obtiene mediante las siguientes etapas:

desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 M puntos de muestreo hacia atrás después de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 del período de actualización inicial, en el que M es el número de puntos de muestreo en una trama, llevar a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$, y
 5 obtener $\hat{d}_{\alpha 1}$ después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$; y

realizar una sustracción en $\hat{d}_{\alpha 1}$ y \hat{d}_0 para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_0 = \hat{d}_{\alpha 1} - \hat{d}_0$ en el período de actualización inicial.

10 5. Procedimiento, según la reivindicación 3, en el que el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento, k+1}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización se obtiene mediante las siguientes etapas:

3a, en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_{k+1} del intervalo de tiempo correspondiente del símbolo de sincronización del $(k+1)$ -ésimo período de actualización M puntos de muestreo hacia atrás para cortar y obtener un símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo correspondiente de una trama siguiente, en el que M es el número de puntos de muestreo de cada trama;

3b, llevar a cabo una estimación de sincronización fina en el símbolo de sincronización cortado para obtener una nueva posición de símbolo de sincronización normalizada \hat{d}_i , y tomar una posición inicial del símbolo de sincronización cortado durante la normalización como 0;

3c, obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_i = \hat{d}_i$ de una vez;

3d, estimar $N_{seguimiento}$ valores de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización según las etapas anteriores 3a, 3b y 3c;

3e, llevar a cabo el filtrado de mediana sobre $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ para obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización.

30 6. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que:

si el intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización es un intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización, entonces un valor de una posición de símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ de un j -ésimo intervalo de tiempo de una i -ésima trama en otros intervalos de tiempo en el k -ésimo período de actualización es como sigue:

$$S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{N_{intervalos}} \cdot (N_{intervalos} \cdot i + j), \quad 0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1, \quad 0 \leq j \leq N_{intervalos} - 1;$$

en el que $N_{intervalos}$ es el número de intervalos de tiempo incluidos en cada trama.

40 7. Aparato de sincronización, que comprende:

un módulo (601) de obtención de la posición de símbolo de sincronización inicial, que está configurado para obtener una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 de un intervalo de tiempo de un período de actualización inicial;

un módulo (602) de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas, que está configurado para obtener un valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de un k -ésimo período de actualización; en el que la desviación de muestreo entre tramas es una desviación de temporización en una trama unitaria causada por la desviación de un oscilador de un reloj de muestreo, y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k se refiere a un valor de estimación de una desviación de la posición de símbolo de sincronización en una trama, $k \geq 0$;

un módulo (603) de actualización, que está configurado para: tomar $N_{seguimiento}$ tramas como un período de actualización, obtener una posición de símbolo de sincronización $\hat{d}_{k+1} = \hat{d}_k + N_{seguimiento} \hat{T}_k$ de un intervalo de tiempo correspondiente de un $(k+1)$ -ésimo período de actualización según una posición de símbolo de sincronización \hat{d}_k de un intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización; en el que el intervalo de tiempo correspondiente se refiere a un intervalo de tiempo que corresponde a una posición de dicho intervalo de tiempo de dicho período de actualización inicial; y

un módulo (604) de predicción de sincronización, que está configurado para obtener las posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en dicho k -ésimo período de actualización según la posición de símbolo

de sincronización \hat{d}_k del intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización y el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_k de dicho k -ésimo período de actualización;

con el fin de implementar una sincronización de temporización.

5 8. Aparato, según la reivindicación 7, en el que dicho módulo (601) de obtención de la posición de símbolo de sincronización inicial comprende:

10 una unidad de obtención de la posición de sincronización inicial, que está configurada para llevar a cabo una sincronización gruesa en N_{gruesa} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{gruesa} posiciones de sincronización normalizadas $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$, y llevar a cabo un filtrado de mediana en $x_0, x_1, \dots, x_{N_{gruesa}-1}$ para obtener una posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} ; en la que N_{gruesa} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la sincronización gruesa;

15 una unidad de sincronización fina, que está configurada para obtener posiciones gruesas de los símbolos de sincronización según la posición de sincronización inicial \hat{d}_{gruesa} y un período de los símbolos de sincronización que se producen en un extremo de envío, llevar a cabo una sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$; y

20 una unidad de filtrado, que está configurada para obtener dicha posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 después de llevar a cabo el filtrado de mediana en las $x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{adq}-1}$; en la que N_{adq} es el número de intervalos de tiempo buscados de manera continua en la captura de muestreo entre tramas.

25 9. Aparato, según las reivindicaciones 7 u 8, en el que el módulo (602) de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas comprende:

30 una unidad (6021) de estimación inicial, que está configurada para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial;

35 una unidad (6022) de seguimiento, que está configurada para seguir desviaciones de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, y obtener un valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, en el que $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ se obtiene estimando la posición de símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo inicial de cada trama en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, realizar la sustracción en las posiciones de símbolos de sincronización del intervalo de tiempo inicial de cada trama para obtener la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente, y obtener $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ según la desviación de muestreo entre tramas de cada trama adyacente; y

40 una unidad (6023) de generación, que está configurada para generar el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_{k+1} del $(k+1)$ -ésimo período de actualización mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{T}_{k+1} = \begin{cases} \alpha \hat{T}_k + (1 - \alpha) \hat{T}_{seguimiento,k+1}, & |\hat{T}_k - \hat{T}_{seguimiento,k+1}| \leq Th_{dec}; \\ \hat{T}_k, & \text{resto} \end{cases}$$

45 en la que Th_{dec} es un umbral de decisión de si un valor de seguimiento es anómalo, α es un factor de ponderación, $0 \leq \alpha \leq 1$, \hat{T}_k es el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas del k -ésimo período de actualización, $\hat{T}_{seguimiento,k+1}$ es el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas del $(k+1)$ -ésimo período de actualización, y $k \geq 0$.

50 10. Aparato, según la reivindicación 9, en el que dicha unidad (6021) de estimación inicial está configurada para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas \hat{T}_0 del período de actualización inicial de la siguiente manera:

55 desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 M puntos de muestreo hacia atrás después de obtener la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_0 del período de actualización inicial, en el que M es el número de puntos de muestreo en una trama, llevar a cabo la sincronización fina N_{adq} veces en los símbolos de sincronización en los N_{adq} intervalos de tiempo continuos para obtener N_{adq} posiciones de sincronización normalizadas $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$, y obtener $\hat{d}_{\alpha 1}$ después de llevar a cabo el filtrado de mediana en $x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{adq}-1}$; y realizar la sustracción en $\hat{d}_{\alpha 1}$ y \hat{d}_0 para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_0 = \hat{d}_{\alpha 1} - \hat{d}_0$ en el período de actualización inicial.

60 11. Aparato, según la reivindicación 9, en el que dicha unidad (6022) de seguimiento comprende:

5 una sub-unidad de corte, que está configurada para, en el $(k+1)$ -ésimo período de actualización, desplazar la posición de símbolo de sincronización \hat{d}_{k+1} del intervalo de tiempo correspondiente del símbolo de sincronización del $(k+1)$ -ésimo período de actualización M puntos de muestreo hacia atrás para cortar y obtener un símbolo de sincronización de un intervalo de tiempo correspondiente de una trama siguiente, en la que M es el número de puntos de muestreo de cada trama, y el número del corte y de la obtención es $N_{seguimiento}$;

10 una sub-unidad de estimación, que está configurada para llevar a cabo una estimación de sincronización fina en el símbolo de sincronización cortado, cada vez, para obtener una nueva posición de símbolo de sincronización normalizada \hat{d}_i , $0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1$; y tomar una posición inicial del símbolo de sincronización cortado durante la normalización como 0;

15 una sub-unidad de obtención del valor de estimación de la desviación de muestreo, que está configurada para obtener el valor de estimación de la desviación de muestreo $\hat{y}_i = \hat{d}_i$ según la posición de símbolo de sincronización normalizada \hat{d}_i obtenida mediante la sub-unidad de estimación, $0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1$; y

20 una sub-unidad de filtrado, que está configurada para: llevar a cabo el filtrado de mediana en $\hat{y}_0, \hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N_{seguimiento}-1}$ para obtener el valor de seguimiento de la desviación de muestreo entre tramas $\hat{T}_{seguimiento}$ del $(k+1)$ -ésimo período de actualización.

25 12. Aparato, según la reivindicación 7, en el que dicho módulo (604) de predicción de sincronización está configurado para obtener las posiciones de símbolos de sincronización de otros intervalos de tiempo en dicho k -ésimo período de actualización cuando el intervalo de tiempo correspondiente del k -ésimo período de actualización es un intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización de la siguiente manera:

un valor de la posición de símbolo de sincronización $S_{i,j}^{(k)}$ de un j -ésimo intervalo de tiempo de una i -ésima trama en los otros intervalos de tiempo es como sigue:

30
$$S_{i,j}^{(k)} = \hat{d}_k + \frac{\hat{T}_k}{N_{intervalos}} \cdot (N_{intervalos} \cdot i + j), \quad 0 \leq i \leq N_{seguimiento} - 1, \quad 0 \leq j \leq N_{intervalos} - 1;$$

en el que $N_{intervalos}$ es el número de intervalos de tiempo incluidos en cada trama, y dicha \hat{d}_k es la posición de símbolo de sincronización del intervalo de tiempo inicial del k -ésimo período de actualización.

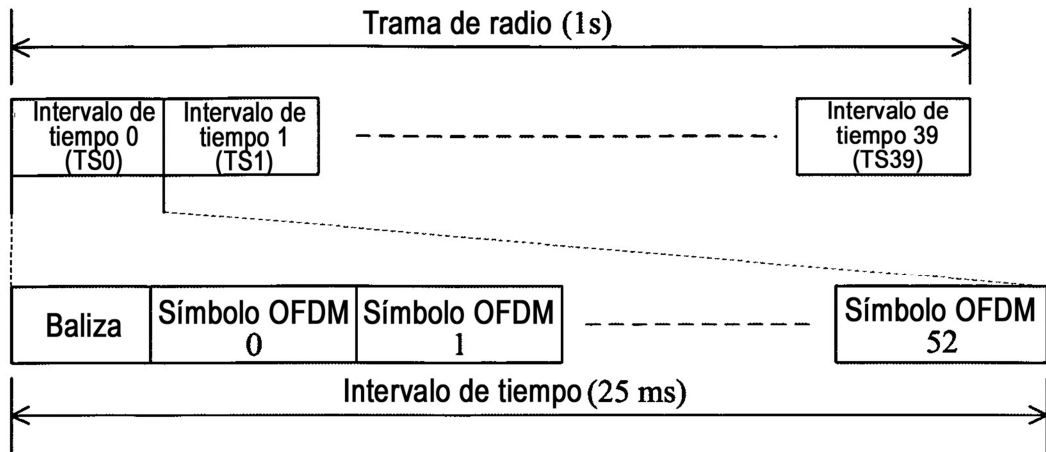


FIG. 1

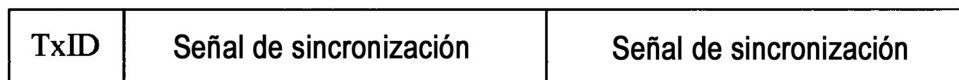


FIG. 2

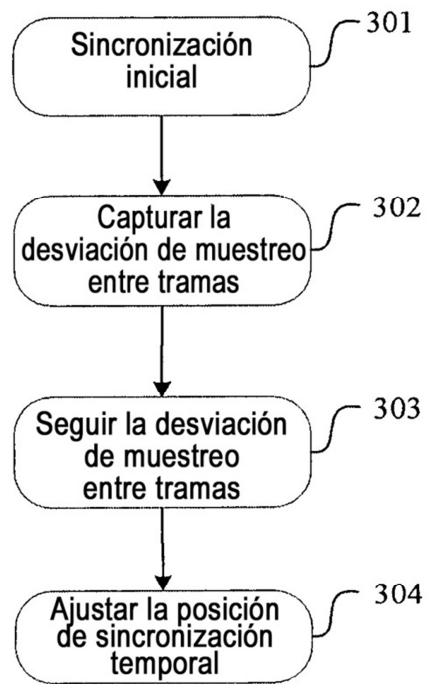


FIG. 3

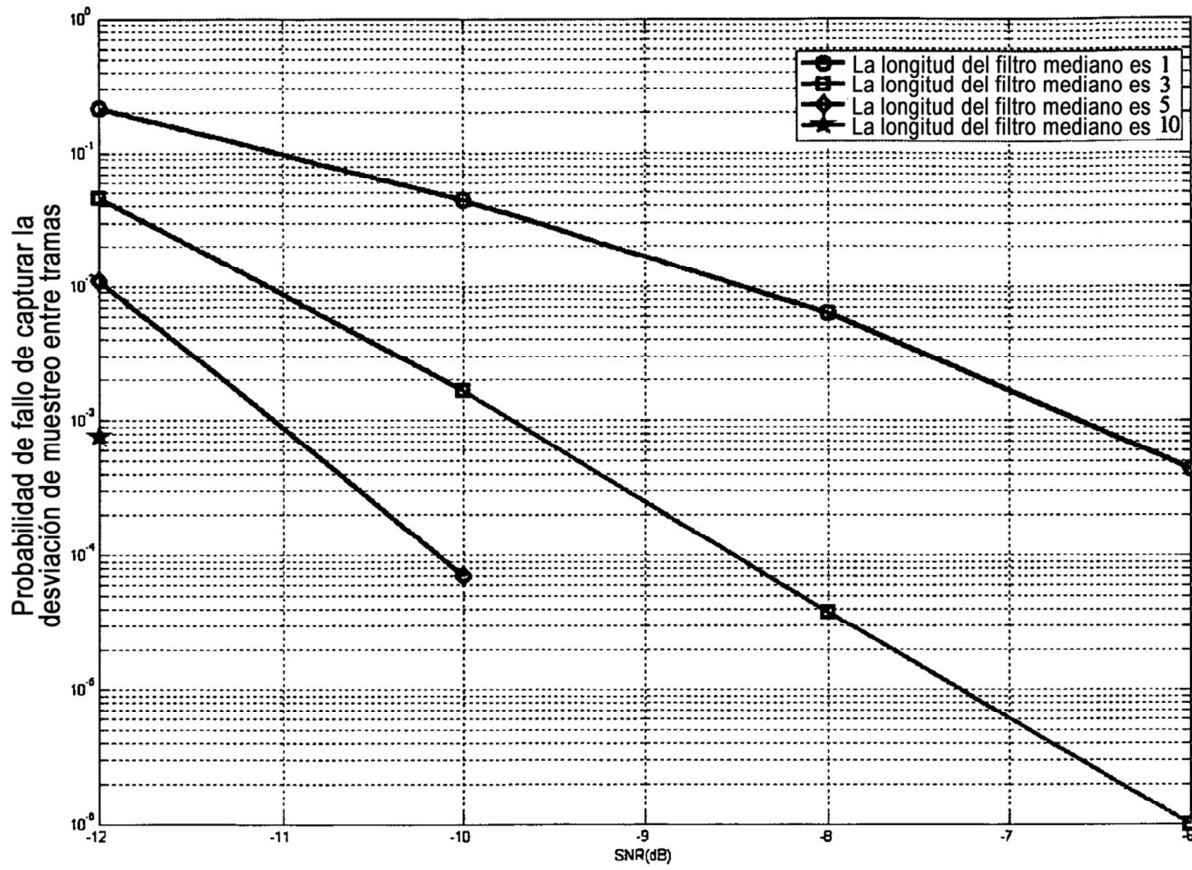


FIG. 4

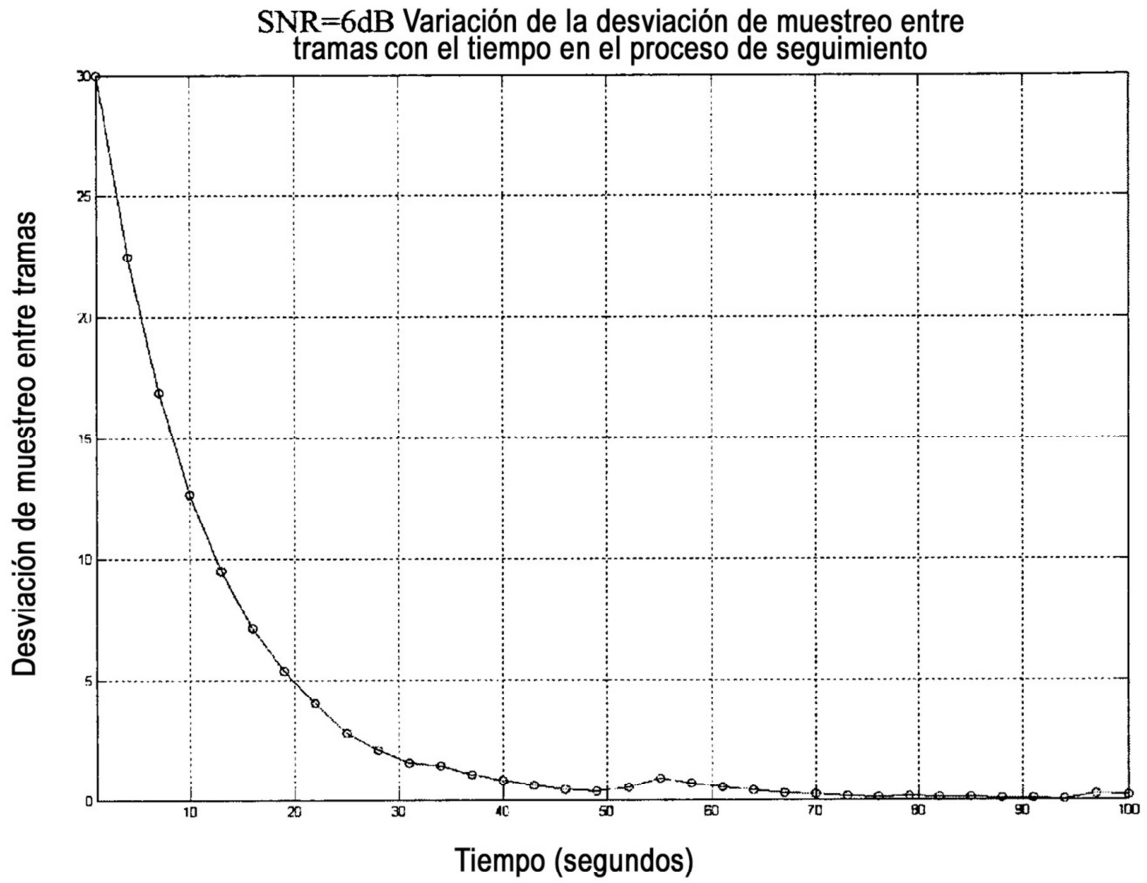


FIG. 5

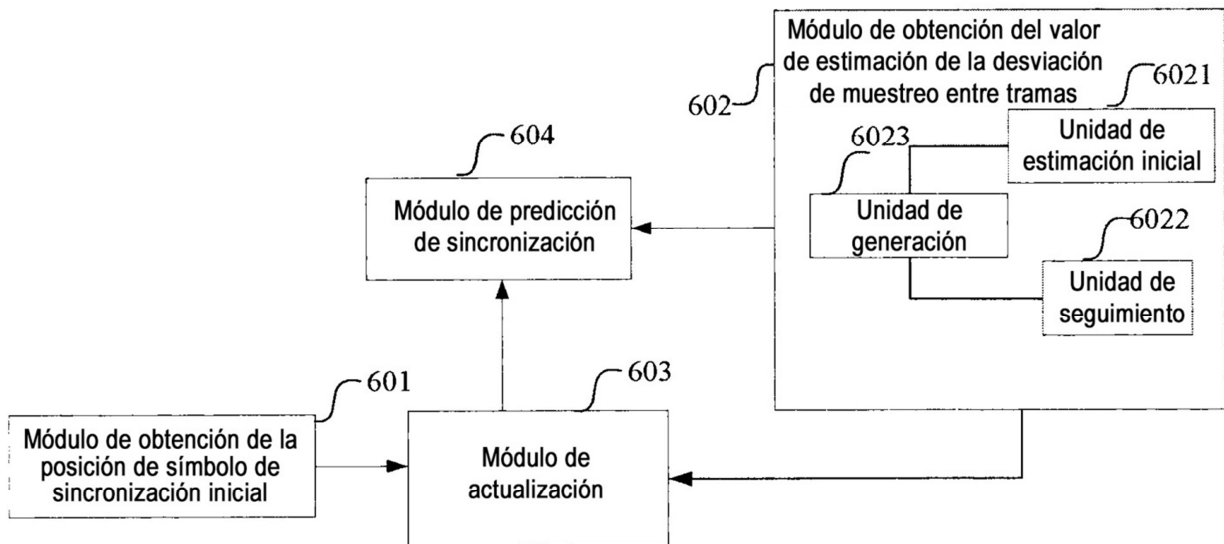


FIG. 6