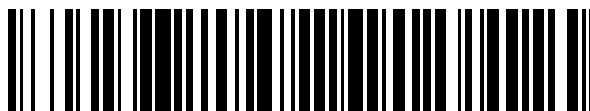


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 481**

51 Int. Cl.:

**H04J 3/06** (2006.01)

**H04B 1/7075** (2011.01)

**H04L 7/04** (2006.01)

**H04W 56/00** (2009.01)

**H04B 1/7073** (2011.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2010 PCT/CN2010/079393**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011 WO11143905**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2010 E 10851662 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2515456**

54 Título: **Aparato de recepción y procedimiento para sincronización multitrama**

30 Prioridad:

**17.05.2010 CN 201010184415**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.11.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**QIU, NING;  
LI, QIANG;  
ZENG, WENQI;  
YU, TIANKUN;  
LIU, ZHONGWEI;  
XING, YANNAN;  
LIANG, LIHONG;  
LI, LIWEN;  
LIN, FENG y  
CHU, JINTAO**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 688 481 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

Aparato de recepción y procedimiento para sincronización multitrama

5 Sector técnico

La presente invención se refiere al campo de la sincronización multitrama en la tecnología de comunicación e información y, en concreto, a un aparato de recepción y un procedimiento para sincronización multitrama en un sistema de acceso múltiple por división de código síncrono de división de tiempo (TD-SCDMA).

10

Antecedentes de la técnica relacionada

TD-SCDMA, que es uno de los tres estándares principales del sistema de comunicación móvil de 3ª generación (3G), tiene amplias posibilidades de aplicación. La longitud de cada subtrama en un formato de trama de enlace descendente de TD-SCDMA es 5 ms, y cada 4 subtramas sucesivas constituyen 1 multitrama. Con el fin de desmodular correctamente la información del canal de difusión (BCH), después de que se completa la sincronización de subtrama, un usuario final en el sistema TD-SCDMA debe determinar en primer lugar una posición inicial de una multitrama del BCH en el canal físico de control común primario (P-CCPCH). Esta posición se indica mediante la fase moduladora de la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) de códigos de Sync-DL con respecto a códigos de la secuencia de entrenamiento (midamble) en una ranura de tiempo 0, en la que una secuencia usada para la modulación de fase de SYNC-DL se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: la secuencia usada para la modulación de fase de SYNC-DL

| Nombre | 4 fases sucesivas | Significado                                 |
|--------|-------------------|---------------------------------------------|
| S1     | 135, 45, 225, 135 | Hay P-CCPCH en 4 subtramas subsiguientes    |
| S2     | 315, 225, 315, 45 | No hay P-CCPCH en 4 subtramas subsiguientes |

25 Después de obtener los resultados estimados de canal de la secuencia de entrenamiento y la SYNC-DL, respectivamente, los procedimientos de sincronización multitrama existentes se dividen principalmente en los diversos tipos siguientes:

- 1) Las fases de las 4 subtramas sucesivas se detectan directamente.
- 2) Detección de fase diferencial, es decir, se calcula la diferencia de fase entre dos subtramas sucesivas, y se determina si las 4 subtramas calculadas sucesivamente cumplen la condición.
- 3) Cálculo del módulo de acumulación correlativa, es decir, los valores estimados se acumulan después de que se compensan las debidas fases de las subtramas, y se determina si las 4 subtramas compensadas y acumuladas cumplen la condición.
- 4) El BCH directo intenta la desmodulación y la decodificación en posiciones iniciales de subtramas diferentes para determinar la multitrama. Hay 4 tipos de posiciones iniciales posibles de la multitrama en total. Suponiendo, en primer lugar, que una determinada subtrama es una subtrama inicial de la multitrama, se desmodulan y decodifican 4 subtramas sucesivas. Si se puede pasar la comprobación de redundancia cíclica (CRC), entonces la suposición es correcta; de lo contrario, se efectúa de nuevo la desmodulación y la decodificación en otra posición inicial. Las etapas mencionadas anteriormente se repiten hasta que se consigue una decodificación correcta.

45

Las posiciones iniciales de la secuencia de entrenamiento y la SYNC-DL difieren en 544 chips. El procedimiento de detección de fase directa requiere que la resolución de fase sea 45 grados como mínimo, es decir, el desplazamiento de frecuencia residual en el entorno libre de ruido debe ser inferior a 294 Hz. Debido a la influencia del ruido y el desplazamiento de frecuencia residual, el valor práctico del procedimiento de detección de fase directa es inferior.

50

La detección de fase diferencial es un procedimiento para llevar a cabo la detección usando relaciones de diferencia de fase entre 4 fases sucesivas de S1, las diferencias de fase de las 4 fases sucesivas de S1 son -90, 180 y -90, respectivamente. La influencia del desplazamiento de frecuencia efectivamente se evita usando esta característica, sin embargo, desafortunadamente, cuando las 4 subtramas recibidas son las 2 últimas subtramas de S1 y las 2 primeras subtramas de S2, es decir, cuando las fases son 225, 135, 315 y 225, los resultados del cálculo de las diferencias de fase entre las 4 subtramas son también -90, 180 y -90. Así pues, el procedimiento de detección de fase diferencial no puede distinguir entre estas dos situaciones, y tendrá como consecuencia un gran número de falsas alarmas.

60

El procedimiento de cálculo del módulo de la acumulación correlativa evita la detección directa de las fases, y la

secuencia se detecta usando valores de módulo basándose en el principio de que la acumulación en fase de secuencias según la distribución de diferencias de fase de secuencias locales se puede conseguir tras la acumulación correlativa de las secuencias. Como esto usa características de naturaleza de la diferencia de fase, en un escenario en el que se produce un defecto en la correlación diferencial en S1 en conexión con S2, se obtendrá un valor acumulado correlativo de 4j. La diferencia entre este resultado y un valor acumulado de 4 obtenido cuando S2 está alineada con S1 es una fase de 90 grados. Si la fase no se detecta, entonces estas dos situaciones no se pueden distinguir, si la fase se detecta, entonces el problema vuelve al desplazamiento de frecuencia residual de la detección de fase directa.

Considerando los defectos anteriores existentes en los tres procedimientos descritos anteriormente, el efecto a menudo no es ideal debido a una tasa de falsas alarmas demasiado elevada en proyectos prácticos. En la actualidad, la mayoría de las aplicaciones prácticas adoptan procedimientos de sincronización multitrama basados en prueba de BCH. Al intentar la búsqueda ciega del BCH para detectar su límite de multitrama, se efectúan de manera aleatoria la desmodulación y la descodificación en la posición inicial de la multitrama. Si la CRC del BCH es correcta, entonces se cree que se ha encontrado el límite del TTI del BCH. Si múltiples CRC del BCH son erróneas, entonces se prueban por turno posiciones iniciales de los otros 3 tipos de multitramas, hasta que la CRC sea correcta. Una CRC determinada del BCH puede fallar por los diversos motivos siguientes: 1) posición inicial errónea de la multitrama; 2) estar en un período de desvanecimiento de canal; 3) desplazamiento de frecuencia residual demasiado grande; 4) BCH no enviado (estado S2). El procedimiento de prueba y error de BCH no puede deshacerse de los motivos 2) a 4). Incluso si se llevan a cabo múltiples pruebas de descodificación en la posición supuesta de la multitrama, los motivos anteriores no pueden eliminarse, lo que conlleva peligros ocultos para el sistema, al mismo tiempo que aumenta la pérdida de tiempo de la sincronización multitrama.

Según la descripción de la técnica anterior, el procedimiento de sincronización multitrama existente tiene algunos defectos de robustez: la detección directa es sensible al desplazamiento de frecuencia; el problema encontrado por la detección de fase diferencial y el procedimiento de cálculo del módulo de la acumulación correlativa es su incapacidad para distinguir una combinación de secuencias de S1 en conexión con S2; el procedimiento de prueba y error de descodificación del BCH requiere mucho tiempo y es sensible tanto al canal como al desplazamiento de frecuencia.

El documento U.S.A. 2005/0153721 A1 da a conocer procedimientos y sistemas para la sincronización de trama para un sistema de comunicación móvil. Se detecta una señal de sincronización de enlace descendente. Se almacenan múltiples subtramas basándose en la señal de sincronización detectada. Se detecta una posición óptima de una secuencia de entrenamiento usando una correlación según las subtramas. Se calcula una secuencia de fases de subtramas usando un valor de correlación en la posición óptima de la secuencia de entrenamiento y un valor de correlación máxima de una señal de sincronización. Se obtiene una sincronización de trama basándose en una posición de fase de una subtrama. La sincronización de trama se actualiza periódicamente.

El documento U.S.A. 7693209 B2 da a conocer un procedimiento sencillo y eficiente para la estimación fina del desplazamiento de frecuencia. El procedimiento comprende: restar la fase de modulación QPSK de un código de sincronización a su fase recibida para generar la desviación de fase y, a continuación, calcular el desplazamiento de frecuencia basándose en la desviación de fase.

El documento U.S.A. 2007/0098116 A1 da a conocer un aparato para llevar a cabo la sincronización inicial y la sincronización de trama en un sistema de comunicaciones móviles y un procedimiento del mismo. Se dan a conocer un procedimiento y un aparato para llevar a cabo la sincronización de trama en un sistema de comunicaciones móviles usando un valor de correlación entre una señal recibida y un vector de referencia para una fase según una realización de la presente invención.

El documento de WEI JIAN y otros "A fast method for downlink cell search in TD-SCDMA" ("Un procedimiento rápido para búsqueda de llamada de enlace descendente en TD-SCDMA"), COMMUNICATION SYSTEMS, 2008. ICCS 2008 da a conocer un procedimiento rápido para todos los escenarios de búsqueda de celda de enlace descendente en TD-SCDMA. Basándose en las características de la estructura de trama y ranura en TD-SCDMA, se usa el procedimiento de modelo de adaptación de potencias para encontrar la posición de la ranura de guía de enlace descendente y se propone el procedimiento de modelo de definición para decidir la posición del código de sincronización de enlace descendente.

#### Contenido de la invención

Un problema técnico a resolver por la presente invención es dar a conocer un aparato de recepción y un procedimiento para sincronización multitrama para llevar a cabo la sincronización multitrama con precisión, superando así eficazmente los defectos existentes en las soluciones existentes.

La presente invención da a conocer un procedimiento de sincronización multitrama que comprende: para cada subtrama recibida, un receptor determina una probabilidad de que la subtrama recibida sea cada una de las subtramas en una multitrama, siendo una subtrama con probabilidad máxima un estado de la subtrama recibida

actualmente después de que se reciben N subtramas.

Un estado de cada subtrama recibida es una de las 8 subtramas siguientes: St1, St2, St3, St4, St5, St6, St7 y St8, en donde St1, St2, St3 y St4 son subtramas en una multitrama S1, y St5, St6, St7 y St8 son subtramas en una multitrama S2.

Para cada subtrama recibida, la etapa en la que el receptor determina la probabilidad de que la subtrama recibida sea cada una de las subtramas en la multitrama comprende: siempre que el receptor recibe una subtrama, en primer lugar determina los desplazamientos de fase entre una fase de la subtrama y 4 fases posibles, que se denotan como BM(1), BM(2), BM(3) y BM(4), respectivamente, y, a continuación, calcula la probabilidad de que la subtrama sea cada una de las 8 subtramas basándose en cada valor de BM;

en donde  $BM(1) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (0+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(1) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 45°;

$BM(2) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (1+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(2) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 135°;

$BM(3) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (2+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(3) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 225°; y

$BM(4) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (3+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(4) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 315°.

El procedimiento comprende, además: definir 8 métricas de trayecto, PM(1), PM(2), ..., PM(8), representando la PM(i) la probabilidad de que la subtrama recibida sea una subtrama St<sub>i</sub>, y borrar PM(1) a PM(8) antes de la sincronización multitrama.

La probabilidad de que la subtrama sea cada una de las 8 subtramas se calcula basándose en cada valor de BM de la siguiente manera:

$PM(2) = PM(1) + BM(1)$ ,  $PM(3) = PM(2) + BM(2)$ ,  $PM(4) = PM(3) + BM(3)$ ;

$PM(6) = PM(5) + BM(3)$ ,  $PM(7) = PM(6) + BM(4)$ ,  $PM(8) = PM(7) + BM(1)$ ;

para PM(1), si  $abs(PM(4) + BM(2)) \geq abs(PM(8) + BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(4) + BM(2)$ ; si  $abs(PM(4) + BM(2)) < abs(PM(8) + BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(8) + BM(2)$ ;

para PM(5), si  $abs(PM(4) + BM(4)) \geq abs(PM(8) + BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(4) + BM(4)$ ; si  $abs(PM(4) + BM(4)) < abs(PM(8) + BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(8) + BM(4)$ ; y

abs representa el cálculo del módulo para un número complejo.

$N \geq 6$ .

$N = 8$ .

El procedimiento comprende además:

después de que se han recibido N subtramas, un índice de una PM con métrica de trayecto máxima es PM<sub>idx</sub>, y una multitrama en la que se localiza la N-ésima subtrama y una posición de la N-ésima subtrama en la multitrama se determinan de la siguiente manera:

$SE_{sti} = \text{suelo}((PM_{idx} - 1)/4) + 1$ , donde  $SE_{sti}$  es un número de serie de la multitrama en la que se localiza la subtrama actual, y  $PE_{sties} = \text{mod}(PM_{idx} - 1, 4) + 1$ , donde  $SE_{sti}$  es un número de serie de la subtrama actual en la multitrama; y

en donde suelo representa un redondeo hacia abajo, y mod representa el cálculo del resto.

La presente invención da a conocer, además, un aparato de recepción para sincronización multitrama que comprende un módulo de cálculo; en el que

el módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que una subtrama recibida sea cada una de las subtramas en una multitrama, y determinar un estado de la subtrama recibida actualmente basándose en una subtrama con probabilidad máxima después de que se reciben N subtramas.

Un estado de cada subtrama recibida es una de las 8 subtramas siguientes: St1, St2, St3, St4, St5, St6, St7 y St8, en donde St1, St2, St3 y St4 son subtramas en una multitrama S1, y St5, St6, St7 y St8 son subtramas en una multitrama S2.

El módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama recibida sea cada una de las subtramas en la multitrama determinando, siempre que el receptor recibe una subtrama, los desplazamientos de fase entre una fase de la subtrama y 4 fases posibles, que se denotan como BM(1), BM(2), BM(3) y BM(4), respectivamente, y, a continuación, calculando la probabilidad de que la subtrama sea cada una de las 8 subtramas basándose en cada valor de BM;

en donde  $BM(1) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (0+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(1) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 45°;

$BM(2) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (1+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(2) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 135°;

$BM(3) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (2+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(3) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 225°; y

$BM(4) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (3+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(4) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y 315°.

Se definen 8 métricas de trayecto, PM(1), PM(2), ..., PM(8), PM(i) representa la probabilidad de que la subtrama

recibida sea una subtrama  $St_i$ , y  $PM(1)$  a  $PM(8)$  se borran antes de la sincronización multitrama.

El módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama sea cada una de las 8 subtramas basándose en cada valor de  $BM$  de la siguiente manera:

$PM(2)=PM(1) + BM(1)$ ,  $PM(3) =PM(2) + BM(3)$ ,  $PM(4) =PM(3) + BM(2)$ ;  
 $PM(6)=PM(5) + BM(3)$ ,  $PM(7)=PM(6) + BM(4)$ ,  $PM(8) = PM(7) + BM(1)$ ;  
 para  $PM(1)$ , si  $abs(PM(4)+BM(2)) \geq abs(PM(8)+BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(4) + BM(2)$ ; si  
 $abs(PM(4)+BM(2)) < abs(PM(8)+BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(8) + BM(2)$ ;  
 para  $PM(5)$ , si  $abs(PM(4)+BM(4)) \geq abs(PM(8)+BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(4) + BM(4)$ ; si  
 $abs(PM(4)+BM(4)) < abs(PM(8)+BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(8) + BM(4)$ ; y  
 $abs$  representa el cálculo del módulo para un número complejo.

Después de que se han recibido  $N$  subtramas, un índice de una  $PM$  con métrica de trayecto máxima es  $PMIdx$ , entonces una multitrama en la que se localiza la  $N$ -ésima subtrama y una posición de la  $N$ -ésima subtrama en la multitrama se determinan de la siguiente manera:

$SEsti = suelo((PMIdx-1)/4)+1$ , donde  $SEsti$  es un número de serie de la multitrama en la que se localiza la subtrama actual, y  $PEsties = mod(PMIdx-1, 4) +1$ , donde  $SEsti$  es un número de serie de la subtrama actual en la multitrama,  $suelo$  representa un redondeo hacia abajo, y  $mod$  representa el cálculo del resto.

Para resumir, la presente invención da a conocer un aparato de recepción y un procedimiento para sincronización multitrama de tal manera que, basándose en una estructura de transición de estados, la información de fase de todas las subtramas se utiliza completamente y se obtiene efectivamente una posición para la sincronización multitrama, por lo que la complejidad de cálculo es baja. Tanto los resultados del análisis teórico como los resultados de la simulación muestran que el rendimiento del aparato de recepción y del procedimiento según la presente invención es bueno en varios entornos y es independiente del desplazamiento de frecuencia residual y las características de distribución de  $S1/S2$ .

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de una relación de transición de estados de una subtrama;

la figura 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento según la presente invención;

la figura 3 ilustra una relación entre el número de subtramas y el rendimiento de la sincronización multitrama;

la figura 4 ilustra la influencia del desplazamiento de frecuencia residual en el rendimiento de la sincronización multitrama;

la figura 5 ilustra la influencia de la desviación de muestreo en el rendimiento de la sincronización multitrama;

la figura 6 ilustra el rendimiento de la sincronización multitrama en un canal de Caso1; y

la figura 7 ilustra el rendimiento de la sincronización multitrama en un canal de Caso3.

Realizaciones preferentes de la presente invención

La presente invención introduce una estructura de transición de estados, y da a conocer un aparato de recepción y un procedimiento para sincronización multitrama. Las realizaciones de la presente invención se describirán en detalle junto con los dibujos adjuntos a continuación en la presente memoria. Se debe observar que, en el caso de que no haya conflicto, las realizaciones de la presente solicitud y las características de las realizaciones se pueden combinar de manera arbitraria.

Una realización da a conocer un aparato de recepción para sincronización multitrama que comprende un módulo de cálculo.

El módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama recibida sea cada una de las subtramas en una multitrama, y determinar un estado de la subtrama recibida actualmente basándose en una subtrama con probabilidad máxima después de que se reciben  $N$  subtramas.

Específicamente, un estado de cada subtrama recibida es una de las 8 subtramas siguientes:  $St1$ ,  $St2$ ,  $St3$ ,  $St4$ ,  $St5$ ,  $St6$ ,  $St7$  y  $St8$ , en donde  $St1$ ,  $St2$ ,  $St3$  y  $St4$  son subtramas en una multitrama  $S1$ , y  $St5$ ,  $St6$ ,  $St7$  y  $St8$  son subtramas en una multitrama  $S2$ .

El módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama recibida sea cada una de las subtramas en la multitrama determinando, siempre que el receptor recibe una subtrama, los desplazamientos de

fase entre una fase de la subtrama y 4 fases posibles, que se denotan como BM(1), BM(2), BM(3) y BM(4), respectivamente, y, a continuación, calculando la probabilidad de que la subtrama sea cada una de las 8 subtramas basándose en cada valor de BM;

en el que  $BM(1) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (0+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(1) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $45^\circ$ ;

$BM(2) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (1+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(2) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $135^\circ$ ;

$BM(3) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (2+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(3) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $225^\circ$ ; y

$BM(4) = CorrC \cdot \exp(j \cdot (3+1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(4) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $315^\circ$ .

Además, se definen 8 métricas de trayecto, PM(1), PM(2), ... PM(8), PM(i) representa la probabilidad de que la subtrama recibida sea una subtrama St<sub>i</sub>, y PM(1) a PM(8) se borran antes de la sincronización multitrama.

El módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama sea cada una de las 8 subtramas basándose en cada valor de BM de la siguiente manera:

$PM(2) = PM(1) + BM(1)$ ,  $PM(3) = PM(2) + BM(3)$ ,  $PM(4) = PM(3) + BM(2)$ ;

$PM(6) = PM(5) + BM(3)$ ,  $PM(7) = PM(6) + BM(4)$ ,  $PM(8) = PM(7) + BM(1)$ ;

para PM(1), si  $abs(PM(4)+BM(2)) \geq abs(PM(8)+BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(4) + BM(2)$ ; si  $abs(PM(4)+BM(2)) < abs(PM(8)+BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(8) + BM(2)$ ;

para PM(5), si  $abs(PM(4)+BM(4)) \geq abs(PM(8)+BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(4) + BM(4)$ ; si  $abs(PM(4)+BM(4)) < abs(PM(8)+BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(8) + BM(4)$ ; y abs representa el cálculo del módulo para un número complejo.

Después de que se han recibido N subtramas, un índice de una PM con métrica de trayecto máxima es PMIdx, y una multitrama en la que se localiza la N-ésima subtrama y una posición de la N-ésima subtrama en la multitrama se determinan de la siguiente manera:

$SEst_i = \text{suelo}((PMIdx-1)/4)+1$ , donde SEst<sub>i</sub> es un número de serie de la multitrama en la que está localizada la subtrama actual, y  $PEsties = \text{mod}(PMIdx-1, 4) + 1$ , donde SEst<sub>i</sub> es un número de serie de la subtrama actual en la multitrama.

$N \geq 6$ , y, preferentemente,  $N=8$ .

Una realización da a conocer un procedimiento de sincronización multitrama que comprende, para cada subtrama recibida, un receptor que determina la probabilidad de que la subtrama recibida sea cada una de las subtramas en una multitrama, siendo una subtrama con probabilidad máxima un estado de la subtrama recibida actualmente después de que se reciben N subtramas.

Suponiendo que los datos de una determinada subtrama se reciben actualmente, y que la subtrama es ciertamente una subtrama en una posición de multitrama S1 o S2, entonces la subtrama tiene 8 estados posibles. Los 8 estados de cualquier subtrama se numeran según los nombres mostrados en la siguiente tabla, y se denotan como St1-St8.

Tabla 2: Número de estado de la subtrama

| Nombre | Fase | Estado |
|--------|------|--------|
| S1     | 135  | St1    |
|        | 45   | St2    |
|        | 225  | St3    |
|        | 135  | St4    |
| S2     | 315  | St5    |
|        | 225  | St6    |
|        | 315  | St7    |
|        | 45   | St8    |

$N \geq 6$ , y, preferentemente,  $N=8$ .

Las relaciones de transición entre los 8 estados se muestran en la figura 1.

Tn es la n-ésima subtrama recibida.

Como la presente invención no está diseñada para un procedimiento de estimación de canal, en la presente memoria se adopta una manera sencilla en la que el trayecto más fuerte se determina usando códigos de

sincronización de enlace descendente bajo muestreo único y  $\text{CorrC}$  se obtiene usando un coeficiente de canal en el trayecto.

Se definen 8 métricas de trayecto,  $\text{PM}(1)$ ,  $\text{PM}(2)$ , ...  $\text{PM}(8)$ ,  $\text{PM}(i)$  representa la probabilidad de que la subtrama recibida sea una subtrama  $\text{St}_i$ , y  $\text{PM}(1)$  a  $\text{PM}(8)$  se borran antes de la sincronización multitrama (todas las PM son 0 en el tiempo  $T_0$ ). Las etapas de la realización según la presente invención se muestran en la figura 2.

En la etapa -201-, un receptor recibe una subtrama y se calculan 4 tipos de métricas de rama basándose en la fase de la subtrama recibida actualmente, es decir, se calculan los desplazamientos de fase entre la fase de la subtrama y las 4 subtramas.

$\text{BM}(1) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (0 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y  $\text{BM}(1)$  refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $45^\circ$ ;  $\text{BM}(2) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (1 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y  $\text{BM}(2)$  refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $135^\circ$ ;  $\text{BM}(3) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (2 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y  $\text{BM}(3)$  refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $225^\circ$ ; y  $\text{BM}(4) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (3 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y  $\text{BM}(4)$  refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $315^\circ$ ; donde  $\text{CorrC}$  es un valor estimado de fase obtenido usando estimación de canal, y el procedimiento es coherente con el proceso de la técnica previa.

$j$  es una unidad numérica imaginaria, se define como la raíz cuadrada de  $-1$  y se usa para representar una parte numérica imaginaria de un número complejo.  $\text{SycDLCT}(\text{PathPos})$  es una fase de canal calculada usando códigos de sincronización de enlace descendente,  $\text{MidabCT}(\text{PathPos})$  es una fase de canal calculada usando códigos intermedios y  $\text{conj}$  es la operación de conjugación del número complejo.  $\text{SycDLCT}(\text{PathPos}) \cdot \text{conj}(\text{MidabCT}(\text{PathPos}))$  implementa el proceso de obtener el valor estimado de fase usando estimación de canal mediante el procedimiento existente en la técnica previa.

$$\text{CorrC} = \text{SycDLCT}(\text{PathPos}) \cdot \text{conj}(\text{MidabCT}(\text{PathPos})).$$

En la etapa -202-, la probabilidad de que la subtrama sea  $\text{St}_i$  se actualiza basándose en el valor de  $\text{BM}$  calculado, es decir, se actualizan  $\text{PM}(1)$  a  $\text{PM}(8)$ .

Como se muestra en la figura 1,  $\text{PM}(i)$  se actualiza de la siguiente manera:

$$\text{PM}(2) = \text{PM}(1) + \text{BM}(1), \text{PM}(3) = \text{PM}(2) + \text{BM}(3), \text{PM}(4) = \text{PM}(3) + \text{BM}(2);$$

$$\text{PM}(6) = \text{PM}(5) + \text{BM}(3), \text{PM}(7) = \text{PM}(6) + \text{BM}(4), \text{PM}(8) = \text{PM}(7) + \text{BM}(1);$$

para la  $\text{PM}(1)$ , si  $\text{abs}(\text{PM}(4) + \text{BM}(2)) \geq \text{abs}(\text{PM}(8) + \text{BM}(2))$ , entonces  $\text{PM}(1) = \text{PM}(4) + \text{BM}(2)$ ; de lo contrario  $\text{PM}(1) = \text{PM}(8) + \text{BM}(2)$ ;

si  $\text{abs}(\text{PM}(4) + \text{BM}(2)) \geq \text{abs}(\text{PM}(8) + \text{BM}(2))$ , se muestra que  $\text{St}_1$  se obtiene mediante salto de la subtrama con una fase de  $135^\circ$  recibida por  $\text{St}_4$ ;  $\text{abs}(\text{PM}(4) + \text{BM}(2)) < \text{abs}(\text{PM}(8) + \text{BM}(2))$ , se muestra que  $\text{St}_1$  se obtiene mediante salto de la subtrama con una fase de  $135^\circ$  recibida por  $\text{St}_1$ .

Para la  $\text{PM}(5)$ , si  $\text{abs}(\text{PM}(4) + \text{BM}(4)) \geq \text{abs}(\text{PM}(8) + \text{BM}(4))$ , entonces  $\text{PM}(5) = \text{PM}(4) + \text{BM}(4)$ ; de lo contrario  $\text{PM}(5) = \text{PM}(8) + \text{BM}(4)$ .

$\text{abs}$  representa el cálculo del módulo de un número complejo.

En las métricas de trayecto del estado  $\text{St}_1$  y  $\text{St}_5$ , se mantiene una métrica de trayecto alternativa con mayor valor de módulo en dos trayectos posibles, y otros estados  $\text{St}$  se calculan directamente. Usando este procedimiento, el número de las métricas de trayecto que es necesario calcular a lo largo del tiempo es siempre 8, y no aumentará con el número de veces.

En la etapa -203-, se recibe la siguiente subtrama, si el número de las subtramas recibidas es menor que  $N$ , entonces se ejecuta la etapa -201-, de lo contrario se ejecuta la etapa -204-.

En la etapa -204-, después de que se han calculado  $N$  métricas de trayecto de subtrama, el estado de la última subtrama recibida se determina basándose en el principio del módulo de métrica de trayecto máximo. Así pues, se determina la posición en la multitrama en la que se localiza la subtrama actual y se completa el proceso de sincronización multitrama.

$[\text{PMMax}, \text{PMIdx}] = \max(\text{abs}(\text{PM}))$ , mediante el cual se selecciona la PM con el módulo de métrica de trayecto máximo, donde  $\text{PMIdx}$  es un índice de PM y  $\max()$  representa el cálculo del valor máximo.

Si la multitrama en la que se localiza la subtrama actual es  $\text{S}_1$  o  $\text{S}_2$  se determina mediante:

$\text{SEsti} = \text{suelo}((\text{PMIdx} - 1)/4) + 1$ , donde  $\text{suelo}$  representa un redondeo hacia abajo, el  $\text{SEsti}$  obtenido es el número de serie de la multitrama en la que se localiza la subtrama actual, es decir, cuando  $\text{SEsti}$  es 1, la multitrama en la que se localiza la subtrama actual es  $\text{S}_1$ , cuando  $\text{SEsti}$  es 2, la multitrama en la que se localiza la subtrama actual es  $\text{S}_2$ .

Qué subtrama es la subtrama actual se determina mediante  $PE_{sti} = \text{mod}(PMD_{dx}-1, 4) + 1$ , donde mod representa la operación de cálculo del resto, y el  $SE_{sti}$  obtenido es el número de serie de la multitrama en la que se localiza la subtrama actual.

La siguiente simulación muestra que si el valor de N es 8, se puede obtener un rendimiento más ideal. Como el espacio de almacenamiento y los cálculos requeridos por cada subtrama son muy pequeños, la evaluación del espacio de almacenamiento y los cálculos se omite en la presente memoria.

La simulación y la comparación se llevan a cabo en el procedimiento de rendimiento de la sincronización multitrama en varios escenarios usando parámetros típicos a continuación en la presente memoria. Después de la sincronización multitrama para N subtramas, se determina si la última subtrama transmitida es S1 o S2 y se determina la posición de la subtrama en la multitrama. Se determina que la sincronización multitrama es correcta solo cuando estos dos valores transmitidos son correctos.

En primer lugar, se analiza el procedimiento de rendimiento de la sincronización multitrama en el canal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN). La relación de señal a ruido (SNR) se define como una relación de potencia de señal a potencia de ruido en la parte DwPTS. El número de simulaciones de cada punto de muestreo es 1000 estimaciones en la figura. Cada estimación transfiere N subtramas, en las que las secuencias S1 y S2 enviadas prácticamente se seleccionan de manera aleatoria, y la posición de la subtrama inicial en S1 o S2 también se selecciona de manera aleatoria. La estimación de canal adopta una forma sencilla en la que se determina el trayecto más fuerte usando códigos de sincronización de enlace descendente bajo muestreo único y CorrC se obtiene usando un coeficiente de canal en el trayecto.

La figura 3 simula la relación entre el número de subtramas y el rendimiento de la sincronización multitrama. El valor de N es 6, 8, 12 y 16, respectivamente, y, considerando la gran influencia de la fiabilidad de la sincronización multitrama en el sistema, el número de subtramas por debajo de 6 no se prueba en la presente memoria. Se puede ver que, con el aumento del número de subtramas, el rendimiento de la sincronización multitrama se mejora progresivamente. Considerando que, cuando N es 8, la probabilidad de error ha sido inferior al 1 % cuando la relación de señal a ruido es -6 dB, y el rendimiento es lo suficientemente bueno para cumplir los requisitos del sistema existente en lo que respecta al rendimiento, se determina en consecuencia que el número de multitramas en la siguiente simulación debe ser 8.

A partir del análisis teórico se puede saber que el procedimiento en sí mismo no está relacionado con el desplazamiento de frecuencia. El resultado de la simulación de la figura 4 muestra que el procedimiento es insensible al desplazamiento de frecuencia residual, no se produce una degradación obvia en el rendimiento por debajo de un desplazamiento de frecuencia de 1 kHz, y en el escenario de un desplazamiento de frecuencia grande de 4 kHz, la disminución de la precisión de la estimación de canal causa una pérdida de rendimiento de la sincronización multitrama de manera indirecta, pero esto sigue siendo relativamente ideal.

Como la estimación de canal adopta muestreo único, la división de trayecto causada por la desviación de muestreo reduce la relación de señal a ruido del trayecto más fuerte de tal manera que el rendimiento de la sincronización multitrama determinado mediante el trayecto más fuerte se reduce en cierto grado, como se muestra en la figura 5. El análisis muestra que la degradación del rendimiento corresponde al grado de disminución de la relación de señal a ruido del trayecto más fuerte.

El rendimiento de la sincronización multitrama en los canales de Caso1 y Caso3 se simula, respectivamente, en la figura 6 y la figura 7, en las que las relaciones de señal a ruido requeridas para alcanzar la probabilidad de error del 1 % son 4 dB y 0 dB, respectivamente, que son mucho menores que un intervalo de SNR requerido para la búsqueda de celda y la desmodulación correcta.

Como una fase de multitrama se distingue por la relación de fase entre un código de sincronización y una secuencia de entrenamiento usada por TD-SCDMA y sus secuencias S1 y S2 son relativamente especiales, varios procedimientos de sincronización multitrama existentes basados en la fase no son lo suficientemente fiables. Además, los procedimientos de prueba y error de BCH usados por los proyectos actuales tienen problemas, tales como el consumo de tiempo, la dependencia del desplazamiento de frecuencia residual y la distribución del BCH, etc., de modo que no son lo suficientemente ideales.

En la presente invención, basándose en una estructura de transición de estados, la información de fase de todas las subtramas se utiliza completamente y se obtiene efectivamente una posición para la sincronización multitrama, por lo que la complejidad de cálculo es baja. Tanto los resultados del análisis teórico como los resultados de la simulación muestran que el rendimiento del aparato de recepción y del procedimiento según la presente invención es bueno en varios entornos y es independiente del desplazamiento de frecuencia residual y las características de distribución de S1/S2.

Los expertos en la materia pueden entender que la totalidad o parte de las etapas del procedimiento descrito pueden

implementarse mediante hardware correspondiente controlado por programas que pueden estar almacenados en medios de almacenamiento legibles por ordenador, tales como memoria de solo lectura, disco o CD-ROM, etc. Alternativamente, la totalidad o parte de las etapas de las realizaciones descritas anteriormente también pueden implementarse usando uno o más circuitos integrados. De forma correspondiente, cada módulo/unidad en las realizaciones descritas anteriormente se pueden implementar en una forma de hardware, o módulo funcional de software. La presente invención no está limitada a combinaciones de hardware y software en ninguna forma particular.

#### Aplicabilidad industrial

La presente invención da a conocer un aparato de recepción y un procedimiento para sincronización multitrama de tal manera que, basándose en una estructura de transición de estados, la información de fase de todas las subtramas se utiliza completamente y se obtiene efectivamente una posición para sincronización multitrama, por lo que la complejidad de cálculo es baja. Tanto los resultados del análisis teórico como los resultados de la simulación muestran que el rendimiento del aparato de recepción y del procedimiento según la presente invención es bueno en varios entornos y es independiente del desplazamiento de frecuencia residual y de las características de distribución de S1/S2.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de sincronización multitrama para un sistema de acceso múltiple por división de código síncrono de división de tiempo, TD-SCDMA, que comprende:

para cada subtrama recibida, un receptor determina la probabilidad de que la subtrama recibida sea una subtrama respectiva de las subtramas en una multitrama, y determina, después de que se reciben N subtramas, que un estado de la subtrama recibida actualmente es el estado de la subtrama con la probabilidad máxima,

**caracterizado por que** el estado de cada subtrama recibida es una de las 8 subtramas siguientes: St1, St2, St3, St4, St5, St6, St7 y St8, en el que St1, St2, St3 y St4 son subtramas en una multitrama S1, y St5, St6, St7 y St8 son subtramas en una multitrama S2, en el que S1 y S2 son secuencias de código de sincronización de enlace descendente, SYNC-DL; se definen 8 métricas de trayecto, PM(1), PM(2), ... PM(8), representando la PM(i) la probabilidad de que la subtrama recibida sea una subtrama Sti, y se borran PM(1) a PM(8) antes de la sincronización multitrama; y, para cada subtrama recibida, la etapa en la que el receptor determina la probabilidad de que la subtrama recibida sea la subtrama respectiva de las subtramas en la multitrama comprende: siempre que el receptor recibe una subtrama, en primer lugar determina (201) los desplazamientos de fase entre una fase de la subtrama y 4 fases posibles, que se denotan como BM(1), BM(2), BM(3) y BM(4), respectivamente, y, a continuación, calcula (202) la probabilidad de que la subtrama sea la subtrama respectiva de las 8 subtramas basándose en cada valor de BM;

en el que  $BM(1) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (0 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(1) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $45^\circ$ ;

$BM(2) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (1 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(2) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $135^\circ$ ;

$BM(3) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (2 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(3) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $225^\circ$ ; y

$BM(4) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (3 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(4) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $315^\circ$ ,

en el que la probabilidad de que la subtrama sea la subtrama respectiva de las 8 subtramas se calcula basándose en cada valor de BM de la siguiente manera:

$PM(2) = PM(1) + BM(1)$ ,  $PM(3) = PM(2) + BM(2)$ ,  $PM(4) = PM(3) + BM(3)$ ;

$PM(6) = PM(5) + BM(3)$ ,  $PM(7) = PM(6) + BM(4)$ ,  $PM(8) = PM(7) + BM(1)$ ;

para PM(1), si  $\text{abs}(PM(4) + BM(2)) \geq \text{abs}(PM(8) + BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(4) + BM(2)$ ; si  $\text{abs}(PM(4) + BM(2)) < \text{abs}(PM(8) + BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(8) + BM(2)$ ;

para PM(5), si  $\text{abs}(PM(4) + BM(4)) \geq \text{abs}(PM(8) + BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(4) + BM(4)$ ; si  $\text{abs}(PM(4) + BM(4)) < \text{abs}(PM(8) + BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(8) + BM(4)$ ; y

abs representa el cálculo del módulo para un número complejo, en el que  $N \geq 6$ .

2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que  $N=8$ .

3. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende, además:

después de que se han recibido N subtramas, un índice de una PM con métrica de trayecto máxima es PMIdx, y una multitrama en la que se localiza la N-ésima subtrama y una posición de la N-ésima subtrama en la multitrama se determinan de la siguiente manera:

$SE_{\text{sti}} = \text{suelo}((PM_{\text{Idx}} - 1)/4) + 1$ , donde  $SE_{\text{sti}}$  es un número de serie de la multitrama en la que se localiza la subtrama actual, y  $PE_{\text{sties}} = \text{mod}(PM_{\text{Idx}} - 1, 4) + 1$ , donde  $SE_{\text{sti}}$  es un número de serie de la subtrama actual en la multitrama; y en el que suelo representa un redondeo hacia abajo, y mod representa el cálculo del resto.

4. Aparato de recepción de acceso múltiple por división de código síncrono de división de tiempo, TD-SCDMA, para sincronización multitrama que comprende un módulo de cálculo; en el que

el módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que una subtrama recibida sea una subtrama respectiva de las subtramas en una multitrama, y para determinar, después de que se reciben N subtramas, que un estado de la subtrama recibida actualmente es el estado de la subtrama con la probabilidad máxima, caracterizado por que el estado de cada subtrama recibida es una de las 8 subtramas siguientes: St1, St2, St3, St4, St5, St6, St7 y St8, en el que St1, St2, St3 y St4 son subtramas en una multitrama S1, y St5, St6, St7 y St8 son subtramas en una multitrama S2, en el que S1 y S2 son secuencias de código de sincronización de enlace descendente, SYNC-DL; y el módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama recibida sea la subtrama respectiva de las subtramas en la multitrama determinando, siempre que el receptor recibe una subtrama, los desplazamientos de fase entre una fase de la subtrama y 4 fases posibles, que se denotan como BM(1), BM(2), BM(3) y BM(4), respectivamente, y, a continuación, calculando la probabilidad de que la subtrama sea la subtrama respectiva de las 8 subtramas basándose en cada valor de BM; en el que  $BM(1) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (0 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(1) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $45^\circ$ ;

$BM(2) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (1 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(2) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $135^\circ$ ;

$BM(3) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (2 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(3) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $225^\circ$ ; y

$BM(4) = \text{CorrC} \cdot \exp(j \cdot (3 + 1/2) \cdot \pi/2)$ , y BM(4) refleja un desplazamiento entre la fase de la subtrama recibida y  $315^\circ$ ,

en el que se definen 8 métricas de trayecto, PM(1), PM(2), ... PM(8), PM(i) representa la probabilidad de que la

subtrama recibida sea una subtrama  $St_i$ , y  $PM(1)$  a  $PM(8)$  se borran después de la sincronización multitrama; y el módulo de cálculo está configurado para calcular la probabilidad de que la subtrama sea la subtrama respectiva de las 8 subtramas basándose en cada valor de  $BM$  de la siguiente manera:

$PM(2)=PM(1) + BM(1)$ ,  $PM(3) =PM(2) + BM(3)$ ,  $PM(4) =PM(3) + BM(2)$ ;

5  $PM(6)=PM(5) + BM(3)$ ,  $PM(7)=PM(6) + BM(4)$ ,  $PM(8) = PM(7) + BM(1)$ ;

para  $PM(1)$ , si  $abs(PM(4)+BM(2))\geq abs(PM(8)+BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(4) + BM(2)$ ; si  $abs(PM(4)+BM(2))<abs(PM(8)+BM(2))$ , entonces  $PM(1) = PM(8) + BM(2)$ ;

para  $PM(5)$ , si  $abs(PM(4)+BM(4))\geq abs(PM(8)+BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(4) + BM(4)$ ; si  $abs(PM(4)+BM(4))<abs(PM(8)+BM(4))$ , entonces  $PM(5) = PM(8) + BM(4)$ ; y

10  $abs$  representa el cálculo del módulo para un número complejo, en el que  $N\geq 6$ .

5. Aparato de recepción, según la reivindicación 4, en el que

después de que se han recibido  $N$  subtramas, un índice de una  $PM$  con métrica de trayecto máxima es  $PMIdx$ , entonces una multitrama en la que se localiza la  $N$ -ésima subtrama y una posición de la  $N$ -ésima subtrama en la multitrama se determinan de la siguiente manera:

$SEst_i = \text{suelo}((PMIdx-1)/4)+1$ , donde  $SEst_i$  es un número de serie de la multitrama en la que se localiza la subtrama actual, y  $PEsties = \text{mod}(PMIdx-1, 4) +1$ , donde  $SEst_i$  es un número de serie de la subtrama actual en la multitrama,  $\text{suelo}$  representa un redondeo hacia abajo y  $\text{mod}$  representa el cálculo del resto.

20

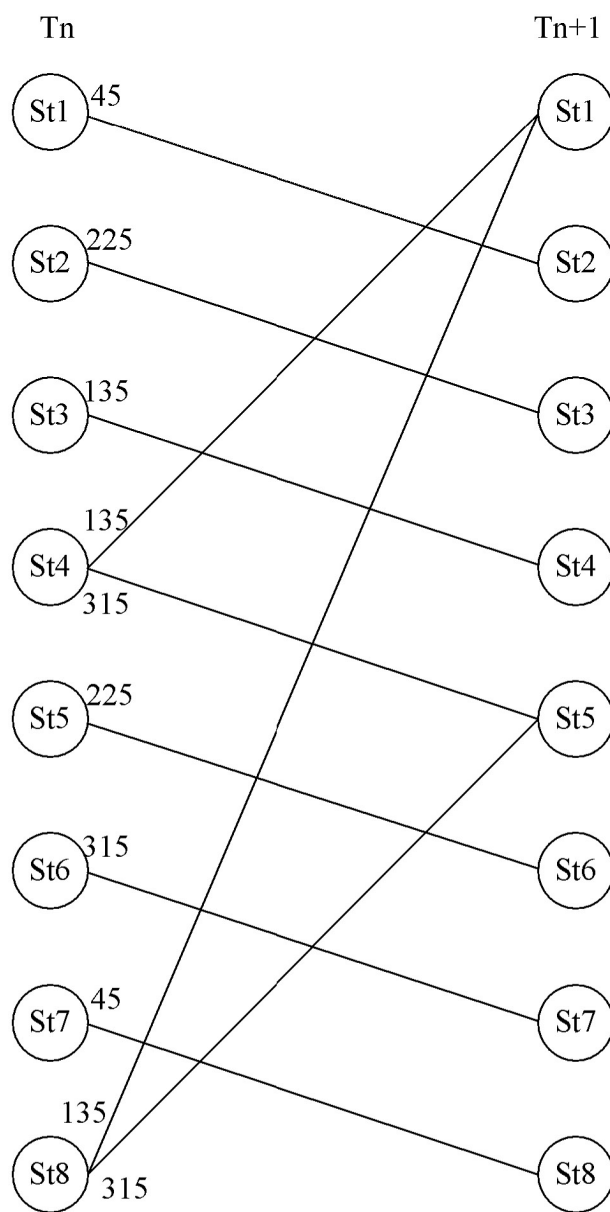


FIG. 1

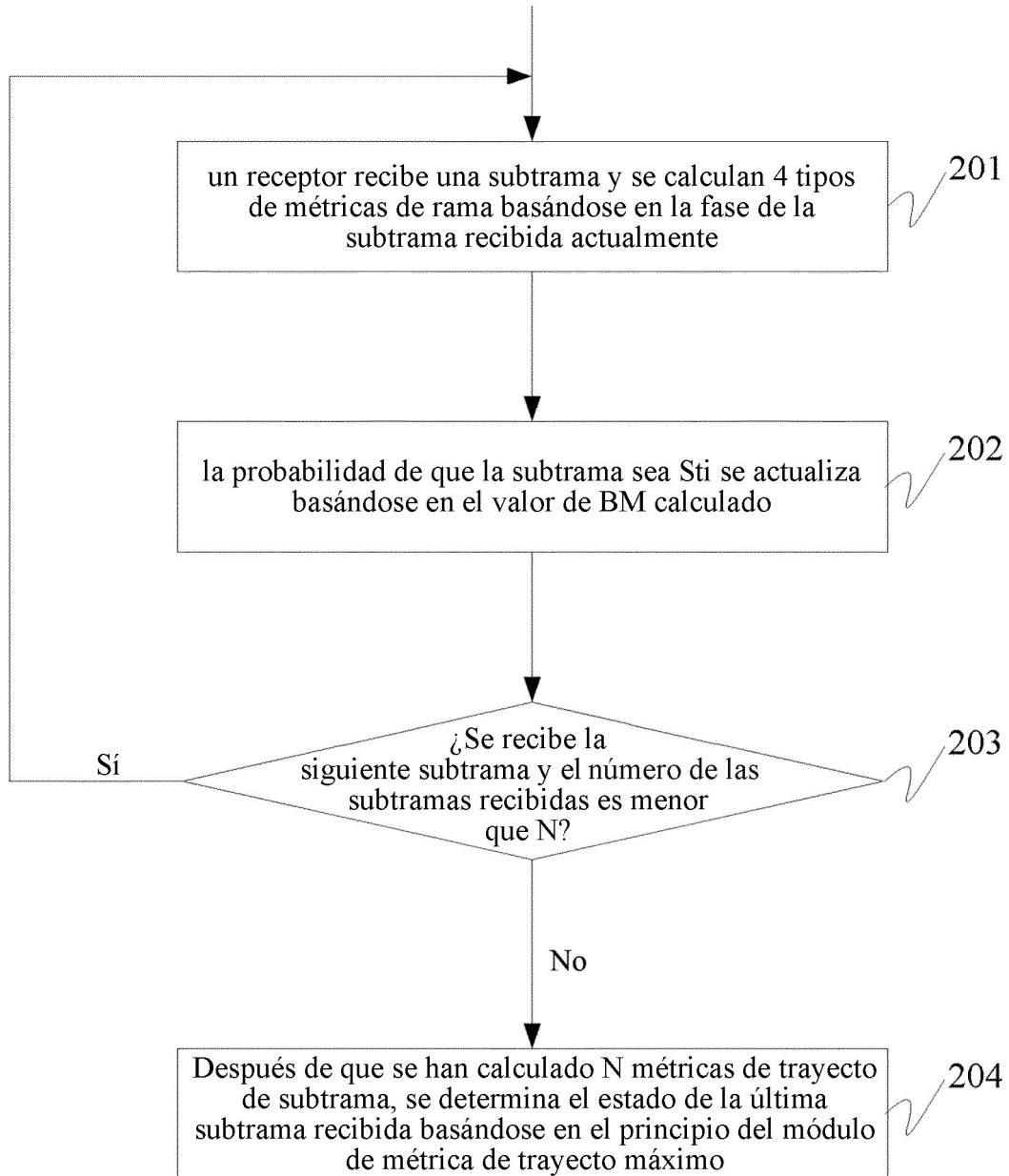


FIG. 2

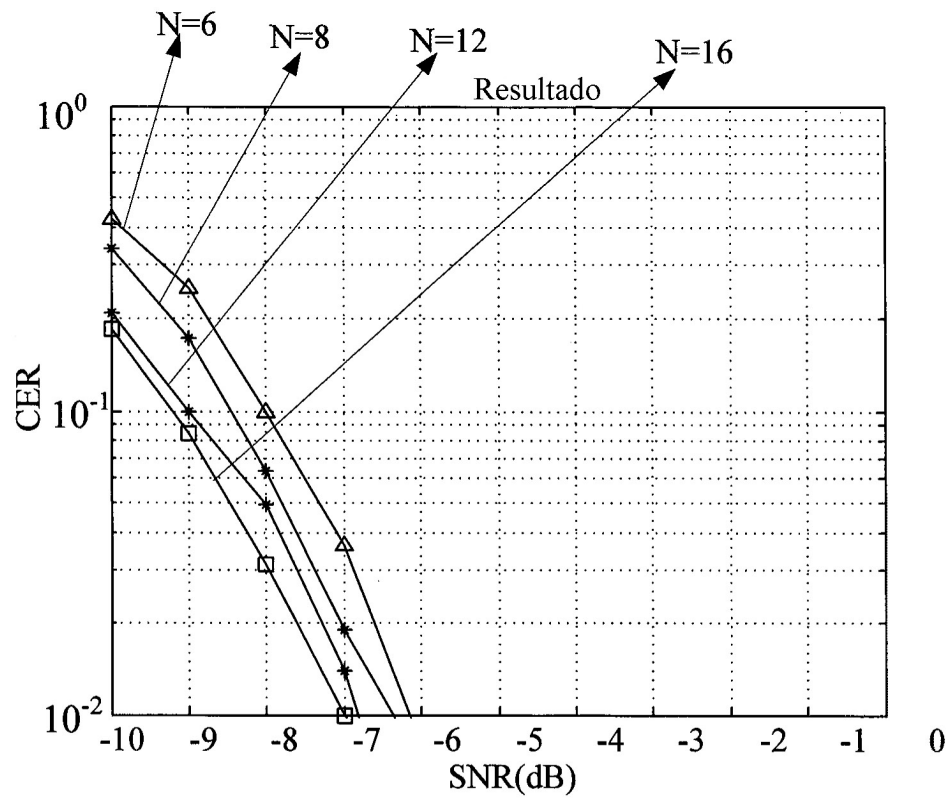


FIG. 3

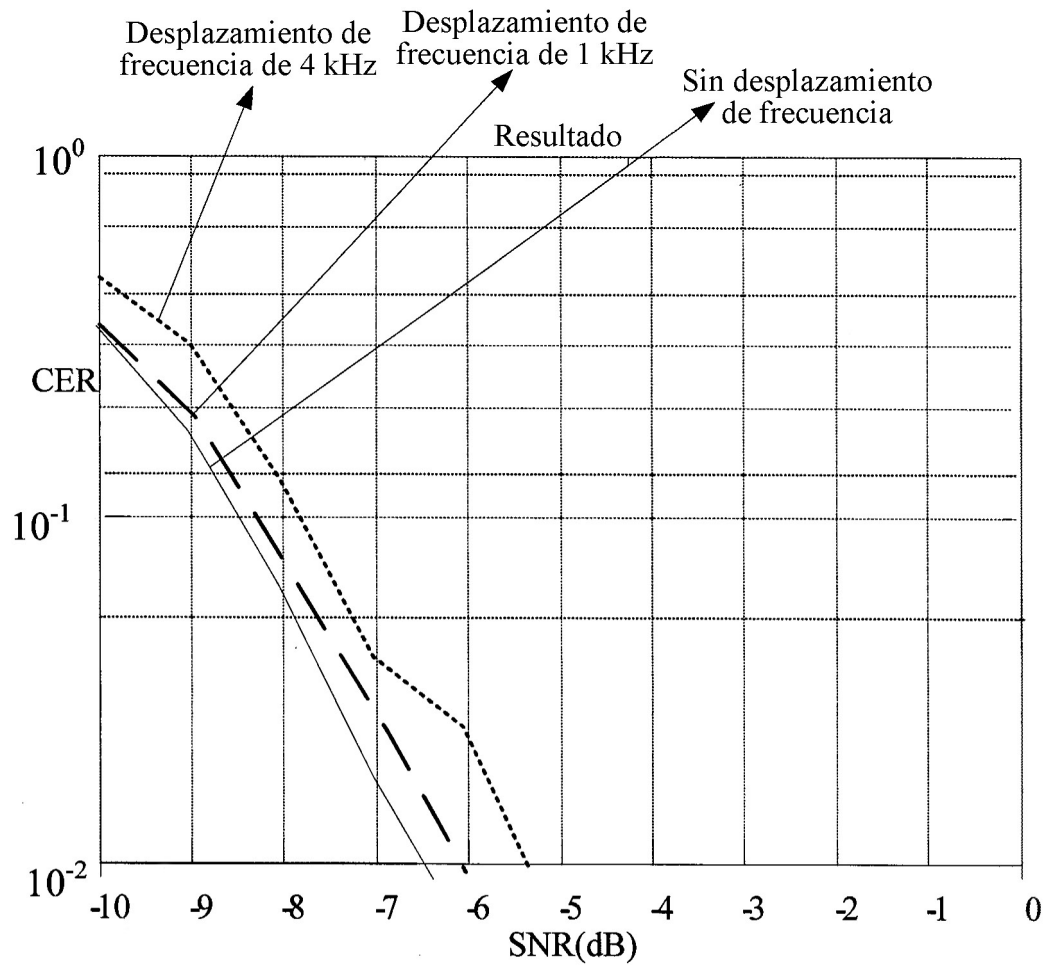


FIG. 4

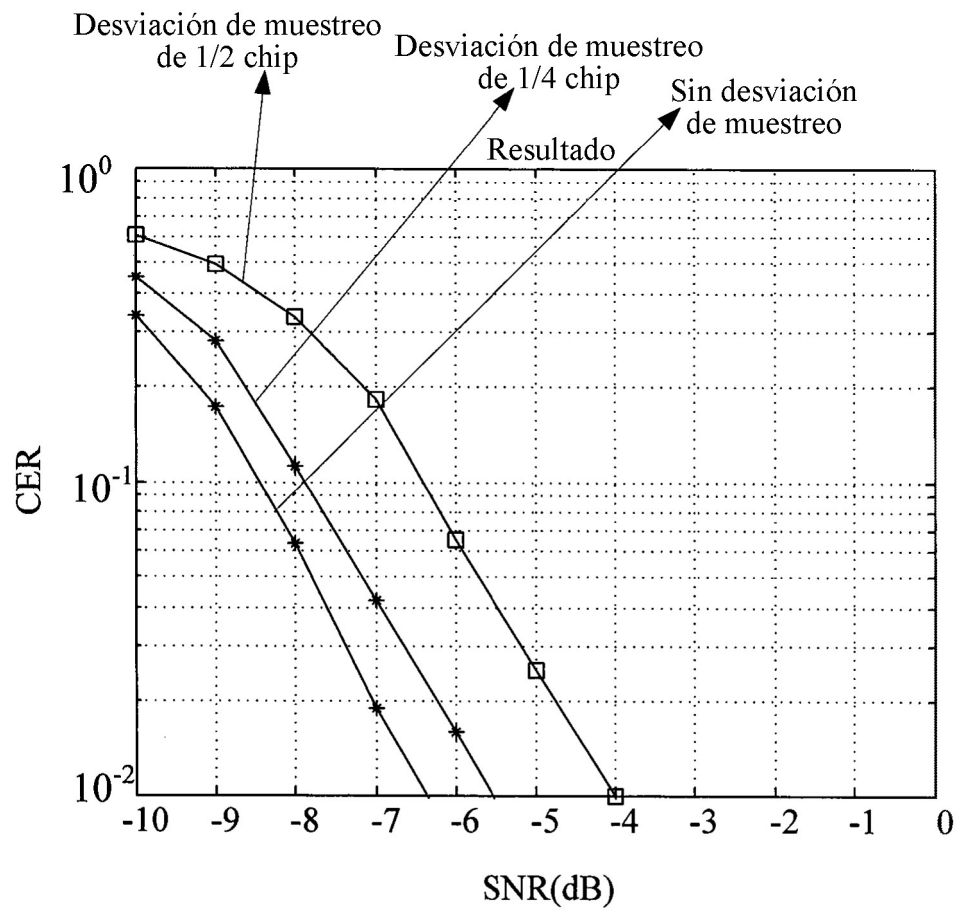


FIG. 5

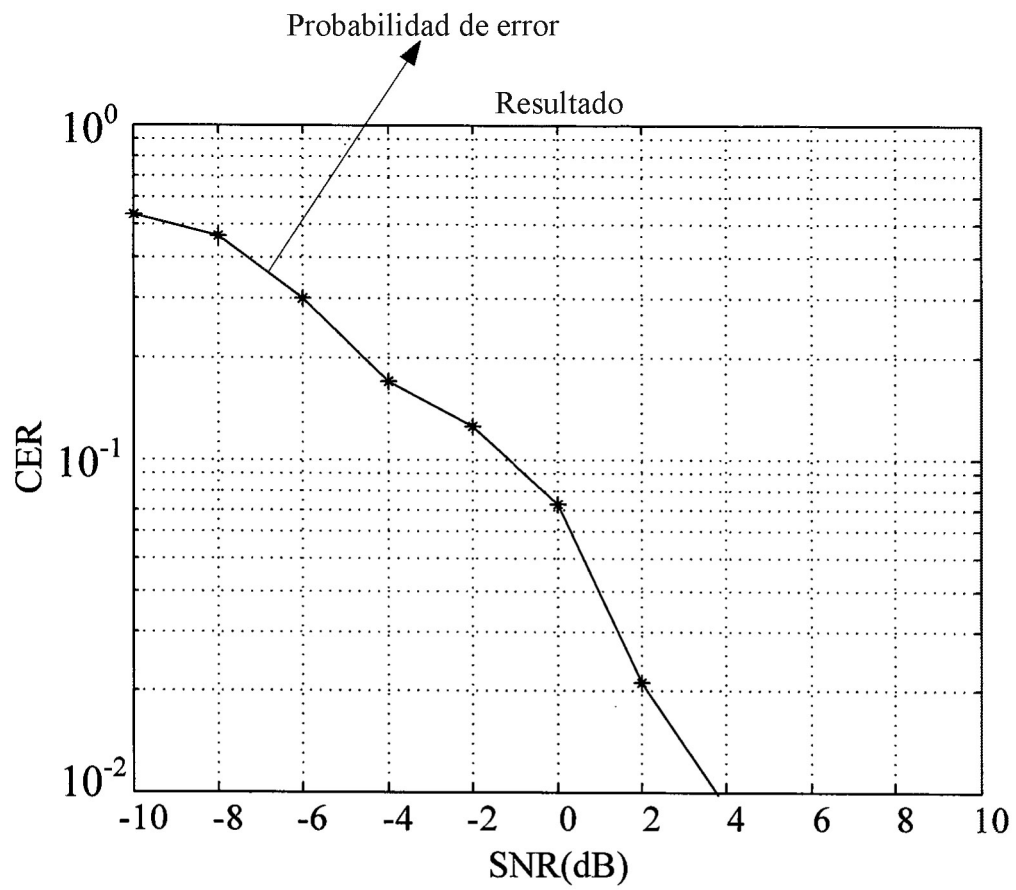


FIG. 6

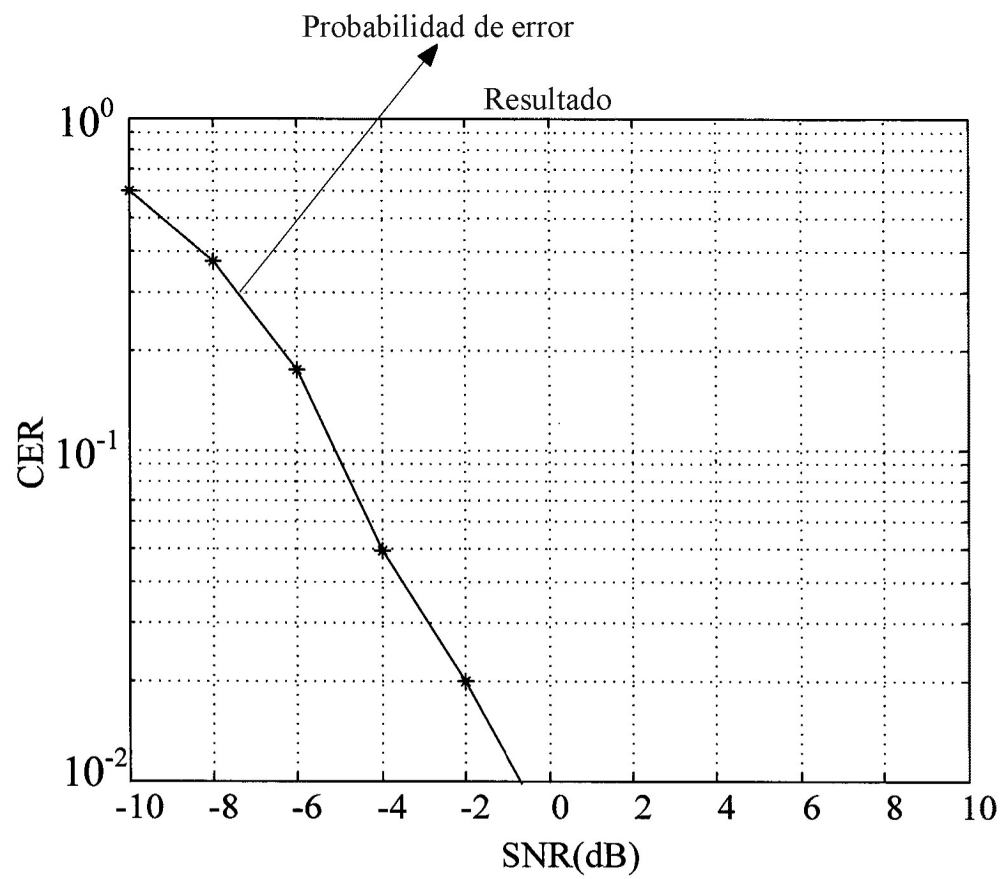


FIG. 7