



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 331 785**

51 Int. Cl.:
H04B 1/707 (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00952920 .7**
96 Fecha de presentación : **12.07.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1195015**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.04.2002**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la sincronización de receptores de telefonía móvil en un sistema de telefonía móvil.**

30 Prioridad: **16.07.1999 DE 199 33 542**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.01.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.01.2010

73 Titular/es: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es: **Doetsch, Markus;**
Jung, Peter;
Plechinger, Jörg;
Schmidt, Peter;
Schneider, Michael y
Kella, Tideya

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 331 785 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 para la sincronización de receptores de telefonía móvil en un sistema de telefonía móvil.

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la sincronización de receptores de telefonía móvil en un sistema de telefonía móvil.

En sistemas de telefonía móvil, un receptor de telefonía móvil que se quiere “registrar” en el sistema de telefonía móvil debe sincronizarse. Entonces la sincronización incluye obtener una señal de sincronización y a continuación el seguimiento (tracking) de esa señal, así como eventualmente de otras señales de un enlace.

En los sistemas de telefonía móvil según el estándar GSM (Global System for Mobile Communications, sistema global para comunicaciones móviles) se utiliza para la obtención un llamado canal de control de la transmisión (Broadcast Control Channel BCCH), que envía señales unidireccionales de cada estación de base a receptores de telefonía móvil. En un Broadcast Control Channel se transmiten informaciones importantes para un receptor de telefonía móvil, como por ejemplo para la regulación de potencia, sobre la intensidad mínima de campo para la recepción y sobre la posición en cuanto a frecuencias del BCCH. Además se transmiten en el BCCH un canal de control de la frecuencia (Frequency Control Channel FCCH) para la corrección de la frecuencia, que presenta una ráfaga (burst) de corrección de la frecuencia y un canal de sincronización Synchronisations-Channel SCH para la sincronización. El SCH presenta entonces una llamada ráfaga (burst) de sincronización, mediante la que el receptor de telefonía móvil puede sincronizarse.

Al conectar un receptor de telefonía móvil GSM, se busca en todas las frecuencias portadoras posibles el BCCH. A continuación se evalúa la ráfaga (burst) de corrección de la frecuencia para elegir una frecuencia adecuada y la ráfaga de sincronización, para ajustar una referencia de tiempo correcta.

Los sistemas de telefonía móvil que se basan en el procedimiento de acceso de multiplexado en códigos (CDMA: Code Division Multiple Access, acceso múltiple con división por códigos), como por ejemplo el UMTS (Universal Mobile Telecommunication System, sistema universal de telecomunicación móvil), presentan un canal de sincronización primaria Primary Synchronization Channel (PSCH), que se transmite como el BCCH en sistemas GSM unidireccionalmente desde cada estación de base a receptores de telefonía móvil. La frecuencia del PSCH es la misma para todas las estaciones de base del sistema de telefonía móvil. Al conectar un receptor de telefonía móvil, busca éste primeramente el PSCH, para realizar una sincronización de tiempo y frecuencia. Entonces se realiza posteriormente un ajuste fino de un ajuste inicialmente demasiado basto de la frecuencia del PSCH en el receptor de telefonía móvil mediante los correspondientes algoritmos para la corrección de la frecuencia.

Una señal $s(t)$ que se transmite a través del PSCH y que envía una estación de base, presenta la siguiente forma:

$$s(t) = \sum_n c_n \cdot g(t - n \cdot T_c) \cdot \exp(j \cdot \omega_0 \cdot t) = c(t - T_d) \cdot \exp(j \cdot \omega_0 \cdot t)$$

siendo $g(t)$ una función de formación de impulsos (por ejemplo la señal rectangular) T_c la duración de un chip, c_n los chips del PSCH y $\omega_0 = 2\pi f_0$ la frecuencia portadora del PSCH. T_d es un tiempo de retardo que desconoce el receptor, que resulta entre otros debido al tiempo de recorrido desde la estación de base hasta un receptor de telefonía móvil.

Los chips c_n están codificados en la técnica de expansión de banda usualmente en forma binaria mediante los valores +1 y -1:

$$c_n = 2 \cdot b_n - 1$$

siendo b_n una secuencia de bits 1/0. Desde luego son perfectamente posibles otros alfabetos de chips, por ejemplo derivados de la transformación BTQ.

Con el PSCH se transmiten en total 256 chips binarios c_n . Los chips son conocidos entonces por todo receptor de telefonía móvil y cada estación de base y representan una secuencia inequívoca de bits para identificar el PSCH.

En la transmisión a través del PSCH se distorsiona la señal $s(t)$ debido a ruidos e interferencias, que se presentan por ejemplo debido a un canal de sincronización secundario (Secondary Synchronisation Channel, SCHC) y otros canales contiguos.

Una señal de recepción desmodulada $r(t)$ que sirve de base a la señal de emisión $s(t)$, presenta entonces en un receptor de telefonía móvil la siguiente forma:

$$r(t) = c(t - T_d) \cdot \exp(j \cdot \Delta\omega \cdot t + \varphi) + n(t)$$

La función $n(t)$ representa las perturbaciones que se presentan debido a ruidos e interferencias. La frecuencia $\Delta\omega$ es aquí la desviación en el receptor de telefonía móvil de la frecuencia de la señal de emisión ω_0 . Para la frecuencia utilizada para la desmodulación rige:

$$\omega_d = \omega_0 + \Delta\omega$$

Al respecto es problemática la detección correcta de los chips a partir de la señal de recepción $r(t)$, es decir, la sincronización y el ajuste exacto de la frecuencia de desmodulación ω_d respecto a la frecuencia de la señal de emisión ω_0 , para sincronizar correctamente el receptor de telefonía móvil. Para la detección es necesario precisamente el tiempo de retardo T_d desconocido, así como una frecuencia de desmodulación ω_d lo más próxima posible a la frecuencia de la señal de emisión ω_0 .

El documento WO 98/59427 A1 se refiere a un equipo de sincronización que funciona en base al principio de correladores controlados decalados en fase entre sí.

El documento "Intrabuilding Data Transmission Using Power-Line Wiring" (transmisión de datos en edificios usando cableado power-line), de R.A. Piety, publicado en mayo 1987 en la revista de Hewlett-Packard HEWLETT PACKARD Co, Palo Alto, EEUU, páginas 35 - 40 (XP-000984462), describe una sincronización de un receptor en una LAN (Local Area Network, red de área local) de líneas físicas en la que se transmiten datos en forma codificada en expansión. El receptor utiliza para la sincronización dos filtros, que contienen respectivos registros deslizantes de varias etapas.

En el documento EP 0 892 523 A2 se propone, para acelerar la obtención de una señal de recepción, desexpandir la señal de recepción utilizando distintas hipótesis de posición en el tiempo y averiguar sobre la base de la señal desexpandida una desviación de frecuencia, utilizando una transformación de Fourier.

Es tarea de la presente invención indicar un procedimiento y un dispositivo para sincronizar receptores de telefonía móvil en un sistema de telefonía móvil al que sirve de base el procedimiento de multiplexado en códigos.

La tarea se resuelve mediante un procedimiento para sincronizar receptores de telefonía móvil en un sistema de telefonía móvil con las características de la reivindicación 1 y un dispositivo para realizar el procedimiento con las características de la reivindicación 5. Preferentes formas de ejecución de la invención son objeto de las correspondientes reivindicaciones subordinadas.

Según la invención, se resuelve la tarea mediante un procedimiento para sincronizar receptores de telefonía móvil CDMA en un sistema de telefonía móvil en el que a través del primer canal de sincronización PSCH que presenta una primera frecuencia en el estándar UMTS se transmite mediante una señal de sincronización el código de sincronización PSCH conocido por todos los receptores de telefonía móvil y por todas las estaciones de base del sistema de telefonía móvil, llegando la señal de sincronización al receptor de telefonía móvil con una posición en el tiempo desconocida y estando desplazada la primera frecuencia hasta una segunda frecuencia. En el procedimiento se estima la posición en el tiempo desconocida de la señal de sincronización mediante filtrado de la misma con un filtro cuya función de transmisión depende del código de sincronización PSCH conocido. La señal de sincronización recibida se desexpande con el código de sincronización PSCH conocido teniendo en cuenta la posición en el tiempo estimada. La desviación de frecuencia entre la primera y la segunda frecuencia se determina en base a la señal de sincronización desexpandida. A continuación se realiza un ajuste fino de la segunda frecuencia a la primera frecuencia.

Preferiblemente incluye la estimación del intervalo de tiempo desconocido las siguientes etapas:

- a) fraccionamiento de la señal de sincronización recibida en señales parciales real e imaginaria,
- b) exploración de cada señal obtenida en a) mediante fraccionamiento,
- c) filtrado digital de cada señal explorada en b) para la correlación de la misma con el código de sincronización PSCH conocido,
- d) elevación al cuadrado de cada señal filtrada en c),
- e) averiguación del nivel de señal más alto de ambas señales elevadas al cuadrado en d) y
- f) estimación de la posición en el tiempo desconocida con el nivel de señal más alto averiguado en e).

Ventajosamente puede utilizarse este procedimiento tanto para la obtención como también para el seguimiento (tracking) en sistemas de telefonía móvil basados en UMTS.

ES 2 331 785 T3

En una forma de ejecución preferente presenta el código de sincronización PSCH transmitido con la señal de sincronización una secuencia de 256 chips, caracterizando los 256 chips inequívocamente el primer canal de sincronización. La señal de sincronización PSCH recibida se explora entonces en particular con una velocidad de exploración en la que por cada chip del código se toman dos valores de exploración.

La invención se refiere además de un dispositivo previsto para sincronizar receptores de telefonía móvil CDMA en un sistema de telefonía móvil en el que a través de un primer canal de sincronización PSCH que presenta una primera frecuencia en el estándar UMTS se transmite el código de sincronización PSCH conocido por todos los receptores de telefonía móvil y por todas las estaciones de base del sistema de telefonía móvil mediante una señal de sincronización, presentando el dispositivo medios para ejecutar las etapas de procedimiento indicadas en la reivindicación 1. En el receptor de telefonía móvil están previstas preferiblemente unidades de procesamiento de la señal de entrada para la parte real e imaginaria de una señal recibida, a las que se llevan señales parciales real e imaginaria y que generan valores de exploración, que para la correlación de las señales parciales real e imaginaria con el código PSCH conocido, se llevan en cada caso a circuitos de retardo conectados en serie, llevándose la señal de entrada y la señal de salida en cada circuito de retardo a respectivos multiplicadores, que multiplican una señal que les llega por un coeficiente y las señales de salida de los multiplicadores se llevan a primeros sumadores, a los que están posconectados elevadores al cuadrado y llevándose las señales de salida de los elevadores al cuadrado a un segundo sumador.

Preferiblemente incluye un procesamiento de la señal de entrada un filtro pasobajo analógico, al que están posconectados un explorador, así como una memoria para memorizar los valores de exploración.

Preferiblemente se prevén $(k + 1)$ coeficientes distintos.

Otras ventajas y posibilidades de utilización de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de ejecución en relación con el dibujo. En el dibujo muestra

Figura 1 un ejemplo de ejecución del dispositivo para realizar el procedimiento correspondiente a la invención.

El dispositivo representado en la figura 1 es un filtro digital incoherente para averiguar el retardo T_d desconocido debido a la transmisión. El filtro incoherente presenta la siguiente función de transmisión $h(t) = c^*(K \cdot T_c - t)$ con $0 \leq t \leq K \cdot T_c$.

K corresponde entonces a la cantidad de coeficientes que se utilizan en el filtro digital para el filtrado.

Para averiguar el retardo T_c se fracciona la señal compleja recibida en el receptor de telefonía móvil primeramente en una parte real 1 y una parte imaginaria 2. La parte real 1 y la parte imaginaria 2 se procesan a continuación en paralelo mediante el mismo procesamiento de la señal de entrada correspondiente.

La parte real 1 y la parte imaginaria 2 se llevan a respectivos filtros pasobajo analógicos 4 y 5.

Los filtros pasobajo 4 y 5 llevan posconectados respectivos exploradores 6 y 7, que exploran con una velocidad de exploración T_s la señal de salida del filtro pasobajo 4 y 5, respectivamente. Al respecto se ha elegido como velocidad de exploración $T_z = 2 T_s$, es decir, mientras dura un chip de la señal de recepción se toman dos valores de exploración. Cada chip se caracteriza por dos valores de exploración. Para obtener resultados más exactos del procedimiento a realizar, pueden tomarse por cada chip más de dos valores de exploración, aumentando naturalmente entonces el subsiguiente coste de procesamiento de los valores de exploración. A continuación de los exploradores 6 y 7 están dispuestas respectivas memorias 8 y 9.

La parte real y la parte imaginaria, filtradas en pasobajo y exploradas se denominarán a continuación Re e Im , respectivamente. El índice k designa entonces un valor de exploración.

Cada valor de exploración se retarda a continuación en hasta $(2K+1)$ ciclos de exploración y se multiplica por cada uno de los K coeficientes del filtro. Los resultados de las multiplicaciones se suman entonces, se elevan al cuadrado y se llevan a un circuito de estimación, que detecta la señal de salida más fuerte. La señal de salida más fuerte se lleva a continuación a un ajuste fino de frecuencia, que ajusta finamente la frecuencia utilizada para la desmodulación a la frecuencia de la señal de emisión.

Los valores de exploración Re_k e Im_k se llevan a un circuito de retardo, que presenta un conjunto de etapas de retardo conectadas en serie 80, 81, 82, 83 hasta 84 y 90, 91, 92, 93 hasta 94, respectivamente. Cada serie presenta entonces $2K+1$ etapas de retardo.

Antes de la entrada de cada una de las $2K-1$ etapas de retardo 80, 81, 82, 83, 84 o bien 90, 91, 92, 93, 94 se lleva una señal de entrada de la correspondiente etapa de retardo en paralelo a un multiplicador 100 o bien 110, 101 o bien 111, 102 o bien 112, 103 o bien 113, 104 o bien 114. Adicionalmente se lleva la señal de salida de la última etapa de retardo 84 o bien 94 a un multiplicador 105 o bien 115. Con ello existen $2K+2$ multiplicadores - por cada coeficiente de filtrado dos multiplicadores - multiplicando en cada caso dos multiplicadores 100 y 101 o bien 110 y 111 hasta 104 y 105 o bien 114 y 115 un valor de exploración - uno de ellos retardado en un ciclo de exploración - por los mismos coeficientes C_0 a c_k del filtro.

ES 2 331 785 T3

Las señales de salida de los multiplicadores 100 a 105 y 110 a 115 se llevan a un primer sumador 12 y 13, respectivamente.

5 Los primeros sumadores 12 y 13 llevan posconectados respectivos elevadores al cuadrado 14 y 15, que elevan al cuadrado la señal de salida de los sumadores 12 y 13 respectivamente.

La señal de salida del elevador al cuadrado 14 y la señal de salida del elevador al cuadrado 15 se llevan a un segundo sumador 16.

10 La señal de salida 3 del segundo sumador 16, que corresponde a una secuencia de valores de exploración filtrados de la señal de recepción, se lleva entonces a un circuito de estimación para averiguar la señal más fuerte de la secuencia.

La señal de salida 3 presenta entonces la siguiente evolución:

$$15 \quad y(t) = r(t) * h(t).$$

Para la variable de tiempo t rige: $t = 0, T_s, 2T_s, \dots$

20 La señal de salida más fuerte se presenta entonces en el tiempo de retardo que se encuentra más próximo al tiempo de retardo T_d desconocido. Con ello puede determinarse de manera sencilla el tiempo de retardo T_d desconocido en el circuito de estimación.

Conociendo el tiempo de retardo T_d desconocido, puede desexpandirse la señal de recepción $r(t)$ y procesarse para el ajuste fino de la frecuencia de desmodulación ω_d a la frecuencia de la señal de emisión ω_0 .

La señal desexpandida $e(t)$ presenta la siguiente evolución:

$$\begin{aligned} 30 \quad e(t) &= r(t + T_d) \cdot c^*(t) \\ &= (c(t) \cdot \exp(j \cdot (\Delta\omega \cdot (t + T_d) + \varphi)) + n(t + T_d)) \cdot c^*(t) \\ &= |c(t)|^2 \cdot \exp(j \cdot (\Delta\omega \cdot t + \varphi_0)) + n(t + T_d) \cdot c^*(t) \\ 35 \quad &= |c(t)|^2 \cdot \exp(j \cdot (\Delta\omega \cdot t + \varphi_0)) + n'(t) \end{aligned}$$

Tras la exploración de la señal desexpandida $e(t)$ con la velocidad de exploración T_s , se obtiene la secuencia:

$$40 \quad e_n = A_n \cdot \exp(j \cdot (n \cdot \Delta\omega \cdot T_s + \varphi_0)) + n'_n$$

Si se sustituye $\Delta\omega = 2\pi f'$ y $T_s = N T_b$, resulta para la secuencia:

$$45 \quad e_n = A_n \cdot e^{j\varphi_0} \cdot \exp(j \cdot 2\pi \cdot f' \cdot T_b \cdot \frac{n}{N}) + n'_n$$

50 Esta secuencia puede seguirse procesando de manera sencilla con algoritmos para la corrección de frecuencia para detectar la desviación de frecuencia f' .

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para sincronizar receptores de telefonía móvil CDMA en un sistema de telefonía móvil en el que a través de un primer canal de sincronización PSCH que presenta una primera frecuencia en el estándar UMTS, se transmite el código de sincronización PSCH conocido por todos los receptores de telefonía móvil y por todas las estaciones de base del sistema de telefonía móvil mediante una señal de sincronización, llegando la señal de sincronización al receptor de telefonía móvil en una posición en el tiempo desconocida y estando desplazada la primera frecuencia hasta una segunda frecuencia, con las siguientes etapas:

- estimación de la posición en el tiempo desconocida de la señal de sincronización mediante filtrado de la misma con un filtro, cuya función de transmisión depende del código de sincronización PSCH conocido,
- desexpansión de la señal de sincronización recibida con el código de sincronización PSCH conocido, considerando la posición en el tiempo estimada,
- determinación de la desviación de frecuencia entre la primera y la segunda frecuencia en base a la señal de sincronización desexpandida, y
- ajuste fino de la segunda frecuencia a la primera frecuencia.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

caracterizado porque el código de sincronización PSCH transmitido con la señal de sincronización presenta una secuencia de 256 chips.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2,

caracterizado porque la estimación de la posición en el tiempo desconocida mediante filtrado de la señal de sincronización incluye las siguientes etapas:

- a) fraccionamiento de la señal de sincronización recibida en señales parciales real e imaginaria,
- b) exploración de cada señal obtenida en a) mediante fraccionamiento,
- c) filtrado digital de cada señal explorada en b) para la correlación de la misma con el código de sincronización PSCH conocido,
- d) elevación al cuadrado de cada señal filtrada en c),
- e) averiguación del nivel de señal más alto de ambas señales elevadas al cuadrado en d) y
- f) estimación de la posición en el tiempo desconocida con el nivel de señal más alto averiguado en e).

4. Procedimiento según la reivindicación 3,

caracterizado porque las señales parciales real e imaginaria obtenidas mediante fraccionamiento se exploran con una velocidad de exploración en la que por cada chip del código de sincronización PSCH se toman dos valores de exploración.

5. Dispositivo para sincronizar receptores de telefonía móvil CDMA en un sistema de telefonía móvil en el que a través del primer canal de sincronización PSCH que presenta una primera frecuencia en el estándar UMTS se transmite mediante una señal de sincronización el código de sincronización PSCH conocido por todos los receptores de telefonía móvil y por todas las estaciones de base del sistema de telefonía móvil, llegando la señal de sincronización al receptor de telefonía móvil con una posición en el tiempo desconocida y desplazada hasta una segunda frecuencia, incluyendo el receptor de telefonía móvil:

- medios para estimar la posición en el tiempo desconocida de la señal de sincronización mediante filtrado de la misma con el filtro cuya función de transmisión depende del código de sincronización PSCH conocido,
- medios para desexpandir la señal de sincronización recibida con el código de sincronización PSCH conocido,
- medios para determinar la desviación de frecuencia entre la primera y la segunda frecuencia en base a la señal de sincronización desexpandida, y
- medios para el ajuste fino de la primera frecuencia a la segunda frecuencia.

ES 2 331 785 T3

6. Procedimiento según la reivindicación 5,

caracterizado porque en el medio para estimar la posición en el tiempo desconocida mediante filtrado de la señal de sincronización están previstas unidades de procesamiento de la señal de entrada (E1, E2) para las partes real e imaginaria de una señal recibida, a las que se llevan las señales parciales real e imaginaria (1, 2) y que generan valores de exploración, que se llevan para la correlación de las señales parciales real e imaginaria con el código de sincronización PSCH conocido, en cada caso a circuitos de retardo conectados en serie (80 a 84, 90 a 94), llevándose en cada caso la señal de entrada y la señal de salida de cada circuito de retardo a un multiplicador (100 a 105, 110 a 115), que multiplica una señal que le llega por un coeficiente y las señales de salida de los multiplicadores se llevan a primeros sumadores (12, 13), que llevan posconectados elevadores al cuadrado (14, 15) y llevándose las señales de salida de los elevadores al cuadrado (14, 15) a un segundo sumador (16).

7. Dispositivo según la reivindicación 6,

caracterizado porque la unidad de procesamiento de la señal de entrada (E1, E2) presenta un filtro pasobajo analógico (4, 5), un explorador (6, 7), así como una memoria (8, 9).

8. Dispositivo según la reivindicación 6,

caracterizado porque están previstos (K+1) coeficientes distintos (c_0 a c_k).

