



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 313 153**

51 Int. Cl.:
H04L 7/04 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05012900 .6**
96 Fecha de presentación : **22.05.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1575207**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

54 Título: **Método y dispositivo para proporcionar información de temporización en un sistema de comunicaciones inalámbrico.**

30 Prioridad: **04.07.2001 EP 01115679**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Wenger, Fabian;**
Dettmar, Uwe;
Wachsmann, Udo y
Schramm, Peter

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 313 153 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para proporcionar información de temporización en un sistema de comunicaciones inalámbrico.

5 Antecedentes de la invención

10 Campo técnico

La invención se refiere a un método y un dispositivo para proporcionar información de temporización en un sistema de comunicaciones inalámbrico y, más concretamente, a la sincronización eficaz de la temporización sobre la base de una señal de transmisión, parte de la cual es conocida en el lado receptor.

15 Descripción de la técnica anterior

La provisión de información de temporización es una característica esencial de los sistemas de comunicaciones inalámbricos que permite garantizar la sincronización entre los componentes de sistemas distribuidos. En casi todos los sistemas de comunicaciones inalámbricos la información de temporización se obtiene a partir de una señal de transmisión analizada en un lado receptor.

En lo que sigue, se describe, de manera ilustrativa, un enfoque para obtener información de temporización a partir de una señal de entrada para sistemas de comunicaciones inalámbricos que funcionen conforme al Multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM).

El OFDM consiste en un esquema de modulación de múltiples portadoras especialmente adecuado para canales de transmisión muy selectiva en frecuencia tales como canales típicos de sistemas de comunicaciones móviles o de transmisión de alta velocidad por cable a través de hilos de cobre. Los canales de transmisión muy selectiva en frecuencia se caracterizan por respuestas de impulsos sustancialmente más largas que un intervalo de muestra. Por tanto, cada muestra recibida en un dominio de banda de base digital consiste en una superposición de varias muestras transmitidas, ponderadas mediante los respectivos coeficientes del canal. Ello significa que los canales muy selectivos en frecuencia sufren interferencia entre muestras.

El principio del OFDM para combatir la interferencia entre símbolos consiste en dividir el ancho de banda total del canal en partes sustancialmente más pequeñas, es decir, subcanales. Una secuencia de muestras a transmitir se combina para formar un único símbolo OFDM y se transmite en paralelo por estos subcanales. Por tanto, un solo símbolo OFDM usa todos los subcanales en paralelo. De acuerdo con el OFDM, las señales transmitidas por los subcanales son ortogonales entre sí. Puesto que la duración de un símbolo OFDM es mucho mayor que la de un intervalo de muestra, se reduce en gran medida la interferencia entre símbolos.

Con objeto de reducir adicionalmente la interferencia entre símbolos, se introduce usualmente un intervalo de protección entre dos símbolos OFDM que tengan que ser transmitidos consecutivamente. Si la longitud del intervalo de protección excede la longitud de la respuesta de impulsos del canal, no se produce interferencia entre símbolos residual. Además, si el intervalo de protección está constituido por una parte repetida de una señal, por ejemplo un prefijo cíclico, resulta posible una ecualización muy simple de los canales selectivos en frecuencia en el dominio de frecuencias.

Pero como el uso de un intervalo de protección da lugar a un encabezado de transmisión adicional, la longitud del intervalo de protección se selecciona, usualmente, de modo que la interferencia entre símbolos no se elimine totalmente. Preferiblemente, se acomodan en el intervalo de protección, solamente, las principales contribuciones de canales típicos y se tolera la interferencia entre símbolos residual.

Un receptor OFDM tiene que realizar la sincronización antes de la desmodulación de las subportadoras. Durante la sincronización, la tarea consiste en determinar una temporización óptima con objeto de minimizar los efectos de la interferencia entre símbolos. Por tanto, tiene que estar prevista información de temporización que permita determinar el instante de temporización óptimo con fines de sincronización.

En la técnica se conocen distintos enfoques de sincronización. La mayor parte de estos enfoques se basan en la explotación de partes repetidas de una señal de transmisión. Usualmente, las partes repetidas de una señal están situadas en posiciones predefinidas de un denominado preámbulo de repetición. Un ejemplo de sincronización de sistemas OFDM basado en un preámbulo de repetición se describe en el documento de M. Speth, F. Classen y H. Meyr, "Frame synchronization of OFDM systems in frequency selective fading channels" ("Sincronización de tramas de sistemas OFDM en canales con desvanecimiento selectivo en frecuencia"), VTC de 1.997, Phoenix (EE.UU.).

En un receptor OFDM se trata la corriente de muestras recibida con objeto de identificar la parte repetida de la señal. En el documento de S. Müller-Weinfurter "On the optimality of metrics for coarse frame synchronization in OFDM: A comparison" ("Sobre el comportamiento óptimo de los sistemas de medición para la sincronización

aproximada de tramas en OFDM: Una comparación”), PIMRC de 1.998, Boston (EE.UU.), se describen, de modo ilustrativo, distintos sistemas de medición para detectar preámbulos de repetición con fines de sincronización. Estos sistemas de medición hacen uso, solamente, de la naturaleza cíclica de la parte repetida de una señal pero no del contenido real de la misma.

5 Un método de sincronización que explota realmente el contenido de una estructura repetida de una señal se conoce a través del documento de R. van Nee y R. Prasad “OFDM for wireless multimedia communications” (“OFDM para comunicaciones multimedia inalámbricas”), Artech House, año 2.000. De acuerdo con este método de sincronización, se adopta un enfoque de filtro adaptado para lograr una sincronización óptima de la temporización para OFDM en un entorno de múltiples trayectorias. Durante el filtrado adaptado se usa una señal OFDM especial de instrucción obtenida de una parte de la señal de transmisión cuyo contenido de datos sea conocido por el receptor. En el filtro adaptado, se correlaciona una señal de transmisión recibida con la señal OFDM de instrucción conocida. La señal resultante de salida del filtro adaptado comprende picos o máximos de correlación, a partir de los cuales puede obtenerse información de temporización y de desplazamiento de frecuencias.

15 Los valores de las tomas del filtro usados durante el filtrado adaptado se obtienen a partir de los valores de instrucción comprendidos en la señal OFDM de instrucción conocida. De acuerdo con un primer enfoque, los valores de las tomas del filtro son iguales a los valores de instrucción transmitidos. De acuerdo con un segundo enfoque, los valores de las tomas del filtro se obtienen a partir de los valores de instrucción mediante cuantificación. La cuantificación disminuye la complejidad global del filtro adaptado puesto que, de ese modo, las multiplicaciones necesarias para las operaciones de correlación se reducen a sumas.

20 Mediante la cuantificación, las partes real e imaginaria de los valores de instrucción se hacen corresponder, por separado, con el número entero más próximo del conjunto $\{-1,0,1\}$. Por tanto, la cuantificación se realiza individualmente para las partes real e imaginaria. Ello significa que, después de la cuantificación, los valores de las tomas de un filtro comprenderán usualmente, cada uno, también, una parte real y una parte imaginaria. Ello da lugar a cuatro sumas por operación de correlación. El número de ceros del conjunto resultante de valores cuantificados se fija en función de los valores de instrucción individuales comprendidos en la señal de instrucción.

30 Hay necesidad de un método y un dispositivo para proporcionar información de temporización para una señal de transmisión recibida que permita obtener la información de temporización de manera eficaz y flexible.

35 El documento US 5117441 describe una técnica para desmodulación en tiempo real de señales de radio en un sistema de comunicaciones GSM. Las señales recibidas son correlacionadas en cruce con los modelos o características de instrucción almacenados en un receptor para restablecer el reloj desde la señal y sincronizar el receptor con la señal en el dominio del tiempo. Los picos o máximos de la función de correlación son utilizados para restablecer el reloj.

40 El documento “Simultaneous frame and bit synchronization of FH receivers by constant false alarm methods” de S. de Fina, publicado en el European Transactions on Telecommunications de Enero de 1996, en las páginas 83 a 91, describe un método de sincronización de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. En este documento una función de correlación es normalizada utilizando la energía estimada de la señal recibida.

Compendio de la invención

45 La presente invención satisface esta necesidad al proponer un método para facilitar información de temporización para una señal de transmisión recibida de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas se especifican en las reivindicaciones dependientes.

50 De acuerdo con la invención, se realiza una detección de falsa alarma. La detección de falsa alarma puede configurarse de manera que sea un subproducto de la determinación de la información de temporización. La detección de falsa alarma se realiza basándose en la energía máxima de la señal, que es un resultado intermedio obtenido durante la sincronización de la temporización.

55 Mediante la detección de falsa alarma se comprueba si la información de temporización ya determinada o la información de temporización todavía por determinar son o serán incorrectas. La realización de la detección de falsa alarma basándose en un resultado intermedio permite poner en práctica un esquema de detección de falsa alarma con una complejidad adicional de cálculo o de equipos, casi nula. Además, explotar un resultado intermedio es ventajoso desde el punto de vista del consumo de energía, puesto que permite una detección temprana de una falsa alarma.

60 El esquema de detección de falsa alarma puede comprender comparar la energía máxima de la señal con un umbral de energía de la señal. El umbral puede determinarse basándose en la potencia de la señal de instrucción y, preferiblemente, se selecciona de modo que el índice de rechazo de información de temporización correcta tienda a cero al mismo tiempo que se tiene una probabilidad de detección suficientemente alta de falsas alarmas.

65 La invención puede llevarse a la práctica como producto de programa informático, con partes de código de programa para ejecutar el método o como solución mediante equipos. En el caso de aplicación de un producto de programa informático, éste se almacena preferiblemente en un medio de grabación que pueda leerse mediante un ordenador.

ES 2 313 153 T3

Puede llevarse a cabo una solución mediante equipos, en forma de receptor con unidades dedicadas, realizando cada unidad uno o más de los pasos individuales del método del invento.

Breve descripción de los dibujos

Otros aspectos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la lectura de la descripción detallada que sigue de realizaciones preferidas de la invención y con referencia a las figuras, en las que:

la figura 1 es un diagrama esquemático de parte de un preámbulo de repetición;

la figura 2 es un diagrama esquemático de un preámbulo de repetición transmitido;

la figura 3 es un diagrama esquemático de un preámbulo de repetición recibido, con una parte de la señal que debe correlacionarse con una señal de instrucción; y

la figura 4 es un diagrama esquemático de un receptor de acuerdo con la invención.

Descripción de una realización preferida

En lo que sigue, la invención se describe ilustrativamente con referencia a un sistema de comunicaciones inalámbrico en forma de Red de área local de radio de altas prestaciones, de tipo 2 (Hiperlan/2). La capa física de Hiperlan/2 está basada en OFDM con un intervalo de protección en forma de prefijo cíclico. Pero puede entenderse fácilmente que la invención es aplicable, también, a otros sistemas de transmisión OFDM con partes de señal dedicadas que puedan explotarse con fines de temporización, así como a sistemas de transmisión no OFDM con características equivalentes. Por encima de todo, la invención puede aplicarse a otros sistemas de Redes de área local inalámbricas (WLAN) tales como las normalizadas por IEEE (EE.UU.) o MMAC (Japón).

Hiperlan/2 es un sistema de comunicaciones de datos de corto alcance y alta velocidad que puede usarse como sistema WLAN, por ejemplo, para transportar paquetes de protocolo de Internet (IP). Pero Hiperlan/2 puede actuar, también, como sistema inalámbrico en modo de transmisión asíncrono (ATM) además de como sistema de acceso público, por ejemplo, mediante una interfaz con el Sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS).

Hiperlan/2 es un sistema celular conmutado por paquetes. En Hiperlan/2 se definen cinco tipos diferentes de descargas físicas (canales de transporte) y cada descarga física está precedida por una parte de preámbulo que incluye información OFDM de instrucción con fines de captación, sincronización, estimación de canal, etc.

En Hiperlan/2 las partes del preámbulo para diferentes descargas físicas son diferentes. Pero en cada parte del preámbulo existe una parte de preámbulo dedicada, constituida por los tres símbolos OFDM C32, C64 y, de nuevo, C64, que aparecen en cada tipo de preámbulo. En la figura 1 se representa esta parte de preámbulo dedicada. Los símbolos largos C64 comprenden, cada uno, 64 muestras ($N_{C64}=64$) y son idénticos. El símbolo corto C32 es una copia de las 32 últimas muestras ($N_{C32}=32$) de los símbolos C64 y, por tanto, puede considerarse como prefijo cíclico. Cada descarga física comprende una parte de carga útil además de la parte de preámbulo, y cada símbolo OFDM portador de datos incluido en la parte de carga útil comprende un prefijo cíclico separado CP con 16 muestras ($N_{CP}=16$). En consecuencia, el símbolo C32 comprendido en la parte de preámbulo puede considerarse como prefijo cíclico extendido en relación con el símbolo CP.

En lo que sigue, se describirá con más detalle una realización del método de acuerdo con la invención para proporcionar información de temporización para una señal de transmisión recibida en relación con el sistema Hiperlan/2 reseñado anteriormente.

La posición de las muestras del preámbulo implicadas en la sincronización precisa de la temporización se muestran ilustrativamente en las figuras 2 y 3. La figura 2 muestra parte de un preámbulo de una señal de transmisión. Tal como ya se ha descrito con referencia a la figura 1, el preámbulo comprende un símbolo C32 seguido de dos símbolos C64. La parte de preámbulo representada en la figura 2 comprende una parte <c> repetida de la señal que corresponde al primer símbolo C64. Basándose en el contenido normalizado de la parte <c> repetida de la señal, es decir, el símbolo C64, se obtiene la señal de instrucción usando las muestras $c_{[.]}$ de valor complejo comprendidas en <c> como muestras de instrucción.

La figura 3 muestra la parte del preámbulo de una señal de recepción que corresponde a la parte del preámbulo de la señal de transmisión representada en la figura 2. La parte rayada del preámbulo recibido indica la posición de una o más partes de la señal de recepción que deben correlacionarse con la señal de instrucción. Los valores k_S (de signo negativo) y k_E describen la posición de una ventana de búsqueda. Esta posición depende de la precisión inicial de la temporización así como de las distintas configuraciones posibles de las diferentes respuestas de impulsos del canal. Desde luego, pueden considerarse con fines de correlación, también, partes del preámbulo recibido diferentes de las partes rayadas.

A continuación se describe una realización de un receptor de acuerdo con la invención, con referencia a la figura 4.

ES 2 313 153 T3

El receptor 10 de la figura 4 comprende una unidad 12 para proporcionar una señal de instrucción relacionada con un contenido conocido de la parte <c> repetida de la señal de transmisión, una unidad 14 para ajustar a escala la señal de instrucción, una unidad 16 para cuantificar la señal de instrucción ajustada a escala y una base de datos en forma de Memoria de lectura solamente (ROM) 18 para almacenar la señal de instrucción cuantificada. El receptor 10 comprende, además, una unidad 20 para correlacionar una o más partes de la señal recibida con la señal de instrucción ajustada a escala, con objeto de obtener un resultado, o más, de correlación, una unidad 22 para determinar información de temporización sobre la base de los resultados de la correlación y una unidad 24 para detectar una falsa alarma.

El receptor 10 funciona como sigue. En primer lugar, la parte <c> repetida de la señal que corresponde a la señal de instrucción es pretratada para permitir un filtrado adaptado eficaz y los datos pretratados se almacenan en la ROM 18. En segundo lugar, se realiza un filtrado adaptado en la unidad 20 de correlación usando los datos pretratados y se determina un instante k_{C64} óptimo de temporización en la unidad 22 de determinación. Simultáneamente, se pone en práctica la detección de falsa alarma en la unidad 24 de detección.

La parte <c> repetida de la señal, es decir, la señal de instrucción, comprende una secuencia de muestras $c[.]$ de valor complejo que constituyen valores de instrucción. Como la unidad 20 de correlación es esencialmente un filtro adaptado los valores de instrucción pueden denominarse, también, valores de toma no tratados de filtro adaptado.

Inicialmente, los valores $c[.]$ de toma de filtro adaptado son proporcionados por la unidad 12, que puede ser una memoria o algún tipo de interfaz. Los valores $c[.]$ de toma de filtro adaptado se someten primero a un ajuste a escala en la unidad 14. Durante el ajuste a escala, los valores $c[.]$ de toma de filtro adaptado se consideran individualmente y se ajustan a escala mediante un factor de cambio de escala seleccionado dinámicamente.

El factor de escala se selecciona de modo que pueda controlarse el número de elementos cero generados en las operaciones de cuantificación subsiguientes que tienen lugar en la unidad 16 de cuantificación. Por ejemplo, un factor de escala bajo da lugar a un elevado número de ceros. Por tanto, la complejidad de la correlación o del filtro puede ser regulada.

Después del ajuste a escala, los valores $c[.]$ de toma del filtro adaptado ajustados a escala se cuantifican individualmente en la unidad 16 de cuantificación. La unidad de cuantificación considera cada valor $c[.]$ de toma complejo ajustado a escala y lo hace corresponder con un valor de cuantificación seleccionado a partir del conjunto predefinido $\{0, \pm 1, \pm j\}$. Este conjunto comprende sólo valores reales puros e imaginarios puros. Al hacer corresponder cada valor $c[.]$ de toma ajustado a escala con el conjunto $\{0, \pm 1, \pm j\}$, la secuencia <c> de valores $c[.]$ de toma ajustados a escala se transforma en una secuencia < c_5 > de valores $c_5[.]$ de toma cuantificados de cinco elementos. De ese modo, las multiplicaciones complejas generalmente necesarias durante el filtrado adaptado en la unidad 20 de correlación son reemplazadas por operaciones de signo simple o por intercambios de partes real e imaginaria o son descartadas completamente en el caso de valores $c[.]$ de toma ajustados a escala hechos corresponder con el valor $c_5[K]=0$.

La cuantificación puede realizarse haciendo corresponder un valor $c[.]$ de toma ajustado a escala con el elemento del conjunto $\{0, \pm 1, \pm j\}$ con la menor distancia euclídea o el menor error cuadrático en relación con el valor $c[.]$ de toma ajustado a escala.

Después de la cuantificación, los valores $c_5[.]$ de toma o instrucción cuantificados se almacenan en la ROM 18. El pretratamiento descrito hasta ahora puede realizarse antes del procedimiento de temporización real puesto que el contenido del símbolo C64 está normalizado y es conocido *a priori* en el lado receptor.

El primer paso en el proceso de temporización real es realizar el filtrado adaptado en la unidad 20 de correlación. Para ello, la señal < c_5 > de instrucción cuantificada con cinco elementos, así como los parámetros k_S , k_E , son transmitidos desde la ROM 18 a la unidad 20 de correlación. En la unidad 20 de correlación, se ejecuta el filtrado adaptado de acuerdo con la expresión

$$C[k] = \sum_{\mu=0}^{N_{C64}-1} c_5^*[\mu] \cdot r_D[\mu + k], k = k_S, \dots, (k_E + N_{CP})$$

en la que $C[k]$ designa la respuesta de impulsos estimada del canal, c_5^* designa el valor de toma cuantificado conjugado complejo comprendido en la señal < c_5 > de instrucción de cinco elementos, r_D designa un valor de muestra comprendido en la señal de recepción y k designa un momento específico de tiempo.

La respuesta $C[k]$ de impulsos estimada del canal constituye el resultado de la correlación o la salida del filtro adaptado para una sola operación de correlación. En total, se realizan un número $(k_E + N_{CP}) - k_S$ de operaciones de correlación o filtrado. Durante cada operación de correlación, una parte de la señal de recepción, que comprende las muestras $r_D[k]$, $r_D[k+1]$, ..., $r_D[k+N_{C64}-1]$ de la misma, es correlacionada con la señal < c_5 > de instrucción tratada que corresponda a la secuencia de valores $c_5[0]$, $c_5[1]$, ..., $c_5[N_{C64}-1]$ de toma.

Una vez obtenidas las respuestas $C[k]$ de impulsos del canal de manera eficaz desde el punto de vista de la complejidad, tal como se ha descrito en lo que antecede, la parte que queda consiste en obtener el mejor instante de temporización posible a partir de las respuestas $C[k]$ de impulsos de canal. Tal como se muestra en el documento de R.

ES 2 313 153 T3

van Nee y R. Prasad, "OFDM for wireless multimedia communications" ("OFDM para comunicaciones multimedia inalámbricas"), Artech House, año 2.000, la solución al problema de temporización consiste en encontrar la posición de una ventana de longitud $N_{CP}+1$ en la parte rayada representada en la figura 3, tal que sea máxima la energía de la respuesta $C[k]$ de impulsos del canal contenida en esta ventana. Este proceso se realiza en la unidad 22 de detección.

En la unidad 22 de detección, la energía $E_{vent}[k]$ contenida en cada ventana específica de longitud $N_{CP}+1$ se calcula de acuerdo con

$$E_{vent}[k] = \sum_{i=0}^{N_{CP}} |C[i+k]|^2.$$

El instante k_{C64} de temporización estimado que corresponde al principio del primer símbolo C64 representado en la figura 2 viene dado por

$$k_{C64} = \arg \max_{K \in \{k_S, \dots, k_E\}} \{E_{vent}[k]\}.$$

La energía máxima $E_{vent,m\acute{a}x}$ de la ventana para el instante de temporización óptimo k_{C64} puede definirse como

$$E_{vent,m\acute{a}x} = E_{vent}[k_{C64}].$$

El valor de $E_{vent,m\acute{a}x}$ es transmitido a la unidad 24 de detección, en la que se realiza la detección de falsa alarma. La detección de falsa alarma tiene por objeto detectar si la parte de la señal recibida tratada en ese momento tiene su origen realmente en el preámbulo transmitido o si la información de captación o temporización inicial ha fallado. La detección de falsa alarma se basa en el hecho de que la energía encontrada después del filtrado adaptado o de la correlación es significativamente más elevada en el caso de "alarma correcta", en comparación con el caso de falsa alarma.

Por razones de sencillez, se supone lo siguiente:

- se utiliza una señal de instrucción ideal $\langle c_{ideal} \rangle$ de longitud $N_{C64}=64$,
- $\langle c_{ideal} \rangle$ tendrá propiedades de autocorrelación ideales, es decir, un máximo y ceros en las demás posiciones,
- el concepto $\langle c_{ideal} \rangle$ se usa tanto en el transmisor como en el receptor,
- el espectro de densidad de potencia de la corriente de muestras recibida $\langle r_D \rangle$ es blanco,
- no se genera ruido,
- se considera un canal de una toma.

Se considera en primer lugar el caso de alarma correcta. Para una sincronización ideal y un Control de ganancia automático (AGC) ideal, los elementos de correlación proporcionan las magnitudes cuadráticas de los elementos de $\langle c_{ideal} \rangle$ que, en promedio, equivalen a la potencia media $P_{c,ideal}$ de la señal de instrucción. Por tanto, la amplitud del máximo de correlación es igual a la longitud de $\langle c_{ideal} \rangle$, a saber, $N_{C64}=64$ veces $P_{c,ideal}$. La ventana de energía después de la correlación contiene exactamente el máximo y ceros en las demás posiciones. Por tanto, la energía de una ventana para una alarma correcta es

$$E_{vent,correcta} = N_{C64}^2 P_{c,ideal}^2 = 4096 P_{c,ideal}^2.$$

En el caso de falsa alarma la secuencia de muestras recibida $\langle r_D \rangle$ no se correlaciona con la señal $\langle c_{ideal} \rangle$ transmitida. Cada resultado de correlación tiene la forma

$$C = \sum_{\mu=0}^{N_{C64}-1} c_{ideal} * [\mu] \cdot r_D[\mu].$$

Para determinar la energía de ventana promedio en el caso de falsa alarma se precisa el valor esperado de la magnitud cuadrática de C. Ello proporciona:

$$E\{|C|^2\} = N_{C64} E\{|c_{ideal}|^2\} E\{|r|^2\} = N_{C64} P_{c,ideal} P_r,$$

ES 2 313 153 T3

en la que se ha supuesto que $\langle c_{ideal} \rangle$ y $\langle r_D \rangle$ son secuencias blancas. Como puede verse a partir de

$$E_{vent}[k] = \sum_{i=0}^{N_{CP}} |C[i+k]|^2,$$

la potencia media de cada elemento en la ventana de energía es $E\{|C|^2\}$. Por tanto, la energía media de una ventana para falsa alarma es

$$E_{vent,falsa} = (N_{CP} + 1) \cdot N_{C64} \cdot P_{c,ideal} \cdot P_r = 1088 \cdot P_{c,ideal} \cdot P_r.$$

Desde luego, esta posibilidad se aplica solamente con las hipótesis ilustradas en lo que antecede y proporciona solamente los principios de una detección de falsa alarma basada en cálculos de energías. En una recepción real, tienen que tenerse en cuenta inconvenientes tales como ruido, una señal de instrucción no ideal y propagación por múltiples trayectorias. La potencia media de la señal $\langle c_s \rangle$ en el receptor puede ser diferente de la potencia en la corriente de muestras recibida en función del ajuste del AGC. De ese modo, las expresiones de energía relevantes en lo que se refiere a detección de falsa alarma tienen que reescribirse de la siguiente forma:

$$E_{vent,correcta} \leq N_{C64}^2 \cdot P_{c,5} \cdot P_r, \quad y$$

$$E_{vent,falsa} \approx (N_{CP} + 1) \cdot N_{C64} \cdot P_{c,5} \cdot P_r.$$

Basándose en estas expresiones de la energía puede definirse un umbral (E_{umbral}) de energía para la ventana de modo que sea muy improbable que se descarten alarmas correctas pero que haya, todavía, un índice de detección de falsas alarmas suficientemente elevado.

Podrá entenderse con facilidad que los principios de temporización y cuantificación descritos en lo que antecede no se limitan a maximizar la potencia de la señal en el intervalo de protección. Podrían considerarse, también, para algún receptor, algoritmos para maximizar la energía en una ventana con un tamaño diferente de la longitud del intervalo de protección. Es posible, también, combinar diferentes estrategias de temporización para obtener instantes de temporización diferentes que, entonces, puedan seleccionarse mediante otros criterios en función de los algoritmos de tratamiento posterior.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método en un sistema de comunicaciones inalámbrico para proporcionar información de temporización para una señal de transmisión recibida, que comprende
- correlacionar una o más partes de la señal de transmisión recibida con una señal de instrucción cuantificada para obtener uno o más resultados de correlación; y
 - 10 - determinar la información de temporización en base a los resultados de correlación;
 - detectar falsa alarma en base a la energía de una señal contenida dentro de una ventana de tiempo de la señal de transmisión recibida;
 - 15 - obtener uno o más resultados de correlación en forma de respuestas de impulsos estimadas de canal ([.]), **caracterizado** porque
- la energía de señal de respuesta de impulsos de canal contenida en la respectiva ventana de tiempo de la señal de transmisión recibida está determinada por cada instante de temporización posible,
- 20 el paso de determinar la información de temporización en base a los resultados de la correlación comprende determinar la ventana de tiempo que contiene la energía máxima de señal ($E_{win,max}$), y
- la detección de falsa alarma se basa en la energía máxima de señal.
- 25 2. El método según la reivindicación 1, que comprende, además, ajustar a escala la señal de instrucción y controlar la complejidad de cálculo del paso de correlación merced a la selección dinámica del factor de cambio o ajuste de escala.
- 30 3. El método según las reivindicaciones 1 o 2, en el que la señal de instrucción comprende valores de instrucción complejos y en el que una parte real y una parte imaginaria de cada valor de instrucción son cuantificadas conjuntamente.
- 35 4. El método según la reivindicación 3, en el que, durante la cuantificación, los valores de instrucción son hechos corresponder con un conjunto predeterminado de valores reales puros e imaginarios puros.
5. El método según la reivindicación 4, en el que el conjunto predefinido de valores reales puros e imaginarios puros comprende un valor cero.
- 40 6. El método según la reivindicación 5, en el que el factor de cambio de escala es hecho variar con el fin de ajustar el número de valores de instrucción hechos corresponder con el valor cero.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende, además, usar la información de temporización proporcionada como instante de sincronización de la temporización.
- 45 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que una o más partes de la señal de recepción son correlacionadas con la señal de instrucción ajustada a escala mediante un filtro adaptado.
9. El método según la reivindicación 1, en el que la detección de falsa alarma comprende comparar la energía máxima de la señal con un umbral de energía de la señal.
- 50 10. Un producto de programa informático que comprende partes de código de programa para realizar los pasos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 cuando el producto de programa informático se ejecute en un sistema informático.
- 55 11. El producto de programa informático según la reivindicación 10, almacenado en un medio de registro que pueda leerse mediante un ordenador.
- 60 12. Un receptor (10) de un sistema de comunicaciones inalámbrico para recibir una señal de transmisión, que comprende:
- una unidad (20) para correlacionar una o más partes de la señal de transmisión recibida con una señal de instrucción cuantificada para obtener uno o más resultados de correlación; y
 - 65 - una unidad (22) para determinar información de temporización en base a los resultados de la correlación;
 - una unidad (24) para detectar falsa alarma en base a la energía de una señal contenida dentro de una ventana de tiempo de la señal de transmisión recibida;

ES 2 313 153 T3

en donde las unidades están adaptadas para que

uno o más resultados de correlación en forma de respuestas de impulsos estimadas de canal ([.]) sean obtenidos, el receptor estando además **caracterizado** porque las unidades están adaptadas para que

5

la energía de señal de la respuesta de impulso de canal contenida en la respectiva ventana de tiempo de la señal de transmisión recibida esté determinada por cada instante de temporización posible,

10

el paso de determinar la información de temporización en base a los resultados de la correlación comprenda determinar la ventana de tiempo que contiene la energía máxima de señal ($E_{win,max}$), y

la detección de falsa alarma se base en la energía máxima de señal.

15

13. El receptor según la reivindicación 12, en el que la señal de instrucción comprende valores de instrucción complejos y en el que la unidad (16) para cuantificar la señal de instrucción ajustada a escala cuantifica conjuntamente una parte real y una parte imaginaria de cada valor de instrucción.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

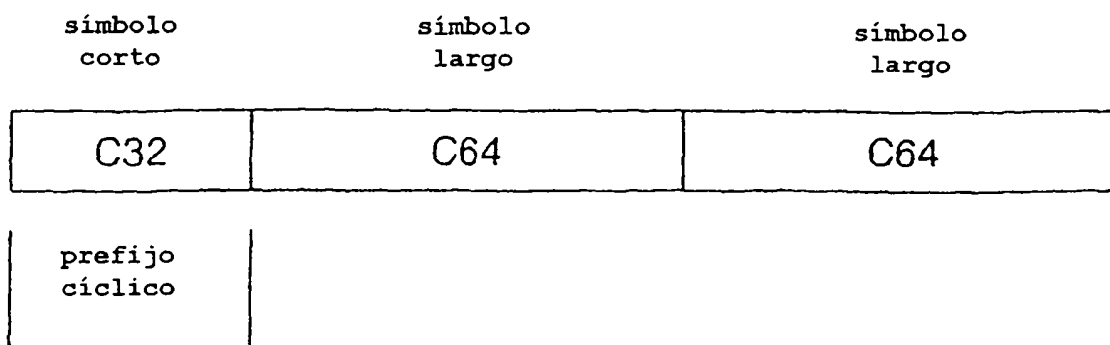


Fig. 1

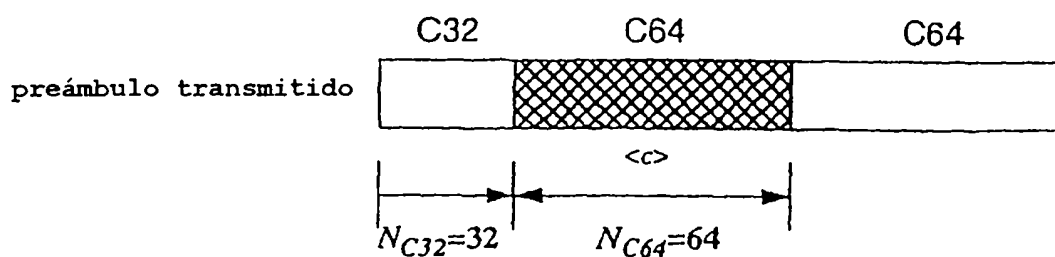


Fig. 2

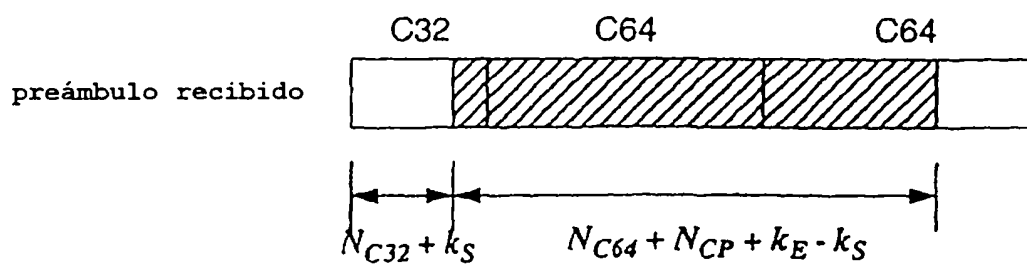


Fig. 3

Fig. 4

