

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 066**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04J 13/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2009 E 09848617 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012 EP 2406978**

54 Título: **Método para generar coeficientes DFT**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**POPOVIC, BRANISLAV/O HUAWEI
TECHNOLOGIES CO.LTD., INT.PROP.DEPT.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 398 066 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 para generar coeficientes DFT

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para generar coeficientes de la DFT o, más en particular, a un método según el preámbulo de la reivindicación 1. Además, la invención se refiere también a un dispositivo y a su programa informático.

Antecedentes de la invención

En el sistema celular de Evolución a Largo Plazo (LTE), se utilizan preámbulos de Acceso Aleatorio (RA) estándar para la sincronización de enlace ascendente, es decir, los preámbulos de (RA) se utilizan por Equipos de Usuario (UEs) para sincronización con las estaciones de base. Los preámbulos de RA se generan a partir de secuencias de Zadoff-Chu (ZC), desplazadas cíclicamente, de longitud N , utilizando una modulación denominada DFT-S-OFDM, que es bien conocida en este técnica.

La primera etapa en la generación de dicho preámbulo de RA es realizar una Transformada Discreta de Fourier (DFT) de N puntos de una secuencia de ZC cíclicamente desplazada caracterizada por el índice de raíz u y el desplazamiento cíclico p . El espectro de Fourier de la secuencia de ZC es, a continuación, objeto de mapeado en la parte central de una banda asignada para transmisión de RA multiplicando los coeficientes de la DFT con los elementos de una función exponencial compleja discreta. La forma de onda del preámbulo de RA se obtiene añadiendo el prefijo cíclico a la forma de onda que resulta de la DFT Inversa de N puntos de los coeficientes de la DFT ponderados de la secuencia de ZC.

Una fórmula en forma cerrada para la DFT de una secuencia de ZC de longitud N se ha derivado como

$$X_u(n) = W^{\frac{n(n+u)}{2u}} X_u(0) \tag{1}$$

en donde

$$X_u(0) = \sum_{k=0}^{N-1} x_u(k) \tag{2}$$

Y $\{x_u(k)\}$ es una secuencia de ZC.

Una secuencia de ZC se define como

$$x_u(k) = W_N^{uk(k+N \bmod 2)/2}, \quad k=0,1,\dots,N-1, \quad W_N = e^{-j2\pi/N}, \quad j=\sqrt{-1}, \tag{3}$$

N es cualquier número entero positivo, $(u,N)=1$

en donde $u < N$ es un número entero relativamente primo respecto a N . La transformada DFT de la secuencia de ZC $\{x_u(k)\}$ se define como

$$X_u(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x_u(k) W_N^{nk} \tag{4}$$

La ecuación (1) se puede utilizar para derivar el banco eficiente de filtros adaptados para el par de preámbulos de RA $\{x_{u,p}(k)\}$ y $\{x_{N-u,p}(k)\}$, utilizados en un receptor de estación de base, en donde

$$x_{u,p}(k) = x_u((k+p) \bmod N) \tag{5}$$

es una versión desplazada cíclicamente (por p) de $\{x_u(k)\}$.

Además, la fórmula (1) se puede poner en otra forma tal como

$$X_u(n) = x_u^*(u^{-1}n) X_u(0), n=0,1,\dots,N-1, N \text{ es un número primo (6),}$$

en donde "*" indica una conjugación compleja y $u^{-1}=1/u$ es la inversa multiplicativa modular de u , es decir, un número entero tal que $u \cdot u^{-1}=1$ modulo N . Según la ecuación (6), los coeficientes de la DFT de una secuencia de ZC se pueden obtener directamente a partir de la propia secuencia de ZC, lo que reduce el número de operaciones para obtener los coeficientes de la DFT, si la secuencia de ZC está ya generada.

Sin embargo, la ecuación (6) no se puede utilizar siempre para reducir el número de operaciones en un transmisor de un LTE UE, puesto que un preámbulo de RA transmitido puede ser una versión desplazada cíclicamente de una secuencia de ZC.

El documento de BEYME S et al da a conocer un cálculo informático eficiente de la DFT de la raíz de ZC en su artículo titulado "Cálculo eficiente de la DFT de secuencia de Zadoff-Chu" en la publicación THE INSTITUTION OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY JOURNAL, vol. 45, nº 9, 23 abril 2009. Beyme no dio a conocer el desplazamiento cíclico sobre las secuencias de ZC básicas, conjugadas complejas.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un método y un dispositivo, y su programa informático, para generar coeficientes de la DFT de una secuencia de ZC cíclicamente desplazada. Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer una solución que reduce el número de operaciones para generar los coeficientes de la DFT de la secuencia de ZC cíclicamente desplazada.

Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer una solución para obtener los coeficientes de la DFT para una clase más amplia de secuencias de ZC.

Según un aspecto de la presente invención, los objetivos antes citados se consiguen mediante un método para utilizar coeficientes de la DFT de una secuencia de ZC cíclicamente desplazada, en donde dicha secuencia de ZC cíclicamente desplazada es una secuencia de ZC básica con raíz u de longitud N cíclicamente desplazada por $p>1$ elemento de secuencia. Dicho método comprende las etapas de:

la recepción de una señal que transmite información que representa dicha secuencia de Zadoff-Chu (ZC) básica;

la conjugación compleja de dicha secuencia de ZC básica;

el desplazamiento cíclico de dicha secuencia de ZC básica conjugada compleja;

el muestreo cíclico de dicha secuencia de ZC básica conjugada compleja, desplazada cíclicamente; y

la multiplicación de dicha secuencia de ZC básica conjugada compleja, cíclicamente muestreada y desplazada con una constante C con el fin de generar los coeficientes de la DFT de dicha secuencia de ZC desplazada cíclicamente;

y

la utilizando de los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier (DFT) generados en un proceso de comunicación electrónico.

Varias formas de realización del método anterior se dan a conocer en las reivindicaciones 2 a 11 dependientes.

Según otro aspecto de la presente invención, los objetivos antes citados se consiguen con un programa informático que comprende medios de código, que cuando se ejecutan en un ordenador hace que dicho ordenador ejecute el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

Según otro aspecto de la presente invención, los objetivos antes citados se consiguen con un dispositivo para generar coeficientes de la DFT de una secuencia de ZC cíclicamente desplazada, en donde dicha secuencia de ZC desplazada cíclicamente es una secuencia de ZC básica con raíz u de longitud N cíclicamente desplazada por $p>1$ elementos de secuencia, estando dicho dispositivo adaptado para:

la conjugación compleja de dicha secuencia de ZC básica;

el desplazamiento cíclico de dicha secuencia de ZC básica conjugada compleja;

el muestreo cíclico de dicha secuencia de ZC básica conjugada compleja, desplazada cíclicamente; y la multiplicación de dicha secuencia de ZC básica conjugada compleja, cíclicamente muestreada y desplazada con una constante C con el fin de generar los coeficientes de la DFT de dicha secuencia de ZC desplazada cíclicamente;

El dispositivo puede configurarse, además, en conformidad con las diferentes formas de realización del método según las reivindicaciones 2 a 11 dependientes.

Una ventaja operativa de la presente invención es que se puede reducir el número de operaciones informáticas para obtener la DFT de una secuencia de ZC cíclicamente desplazada lo que, por ejemplo, significa que se puede reducir el consumo de batería en los equipos de usuario UEs cuando se genera preámbulos de RA para sincronización de enlace ascendente. Otra ventaja de la presente invención es que la solución es aplicable a una clase más amplia de problemas, puesto que la solución se generaliza a cualquier número entero positivo para la longitud N de las secuencias de ZC.

Otras ventajas y aplicaciones de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención.

Breve descripción de los dibujos

El dibujo adjunto está previsto para aclarar y explicar la presente invención, en donde:

La Figura 1 representa, de forma esquemática, un equipo UE que comprende al menos un dispositivo para generar coeficientes de la DFT según la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización de la invención

De la descripción anterior resulta evidente que la ecuación (6) no puede utilizarse siempre para reducir el número de operaciones en un transmisor de un LTE UE. El motivo es que un preámbulo de RA transmitido puede ser una versión cíclicamente desplazada de una secuencia de ZC, lo que no se puede resolver con la ecuación (6).

Según la presente invención, para una raíz u dada y un desplazamiento cíclico p de una secuencia de ZC básica de cualquier número entero de longitud N , la correspondiente DFT se retarda por p y luego, se muestrea cíclicamente mediante un incremento de número entero de la versión conjugada compleja de la secuencia de Zadoff-Chu básica ya generada, multiplicada por una constante C .

Por lo tanto, los coeficientes de la DFT se pueden calcular mediante un número $N-1$ de adiciones complejas y un número $N+1$ de multiplicaciones complejas utilizando solamente los elementos de la secuencia de ZC básica ya generada. Una secuencia de ZC básica se define como siendo una secuencia de ZC definida por la ecuación (3) anterior.

Según una forma de realización de la invención, la secuencia de ZC básica se muestrea cíclicamente por un incremento de número entero u^{-1} , en donde $u \cdot u^{-1} = 1$ módulo N .

Según otra forma de realización de la invención, la constante C consiste en dos factores: el $p+1$ -ésimo elemento de la secuencia de ZC $f1$, y la suma de todos los elementos de la secuencia de ZC $f2$. El segundo factor $f2$ se puede expresar también en una forma cerrada, que se describe a continuación.

Según otra forma de realización de la invención, la longitud N de la secuencia de ZC es un número primo y la secuencia de ZC se utiliza para generar un preámbulo de RA en un terminal de estación móvil para sincronización de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrica. El terminal de estación móvil es, en una forma de realización, un equipo de usuario UE y el sistema de comunicación inalámbrica es un sistema de comunicación de LTE o un sistema de comunicación de LTE avanzado.

Desde un punto de vista matemático, la presente invención resuelve los problemas antes citados proporcionando una expresión para

$$X_{u,p}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x_u(k+p) W_N^{nk}, \quad n=0,1,\dots,N-1, (u,N)=1, N \text{ es cualquier número entero positivo} \quad (7).$$

Conviene señalar que la longitud N de la secuencia de ZC, en la ecuación (7), está ahora generalizada para ser cualquier número entero positivo, lo que hace a la presente solución aplicable a la clase más amplia de problemas.

Comenzamos expresando $x_u(k+p)W_N^{nk}$ como

$$\begin{aligned} x_u(k+p)W_N^{nk} &= W_N^{-udp} W_N^{u[(k+p)(k+p+N \bmod 2)+2d(k+p)]/2} \\ &= W_N^{-udp} W_N^{u(l+N \bmod 2+2d)/2}, l=k+p, d=u^{-1}n \bmod N \end{aligned} \quad (8).$$

Conviene señalar que la inversa multiplicativa modular $u^{-1} \bmod N$ existe para cualesquiera números enteros u y N , de modo que $(u, N)=1$. El procedimiento del Apéndice del documento titulado "Filtros adaptados eficientes para secuencias de Zadoff-Chu de raíces emparejadas", por B. M. Popovic y O. Mauritz (3GPP RAN1#48bis meeting, fuente: Huawei, número de documento R1-071409, St. Julian's, Malta, 26-30 marzo, 2007), se puede aplicar directamente a la ecuación (8) como sigue:

$$\begin{aligned} x_u(k+p)W_N^{nk} &= W_N^{-udp} W_N^{u(l+N \bmod 2+2d)/2} \frac{W_N^{ud(d+N \bmod 2)/2}}{W_N^{ud(d+N \bmod 2)/2}} \\ &= W_N^{-ud(d+N \bmod 2+2p)/2} x_u(l+d) \end{aligned} \quad (9).$$

Si, a continuación, insertamos la ecuación (9) en la ecuación (7), obtenemos

$$X_{u,p}(n) = W_N^{-ud(d+N \bmod 2+2p)/2} \sum_{k=0}^{N-1} x_u(k+p+d) \quad (10).$$

Puesto que $p+d$ es una constante, la suma en la ecuación (10) es igual a la ecuación (2). El término fuera de la suma en la ecuación (10) se puede descomponer utilizando el mismo procedimiento que para obtener la ecuación (9), por lo que tenemos finalmente

$$X_{u,p}(n) = x_u^*(u^{-1}n+p) x_u(p) X_u(0) \quad (11).$$

A partir de la ecuación (11) se deduce que para una raíz u dada y el desplazamiento cíclico p de una secuencia de ZC básica de cualquier longitud N , la correspondiente DFT está cíclicamente retrasada por p y luego, cíclicamente muestreada por el incremento de número entero u^{-1} de la versión conjugada compleja de la secuencia de ZC básica generada, multiplicada por una constante C , que consiste en dos factores f_1 y f_2 , en donde f_1 es el $p+1$ -ésimo elemento de la secuencia de ZC básica y $f_2=X_u(0)$ es la suma de todos los elementos de la secuencia de ZC básica.

Por lo tanto, la DFT de una secuencia de ZC básica se puede calcular por $N-1$ adiciones complejas y $N+1$ multiplicaciones complejas, utilizando solamente los elementos de la secuencia de ZC básica, ya generada, expresada en la ecuación (3).

La constante $X_u(0)$ se puede expresar en la forma cerrada. Para N impar, $X_u(0)$ es, por la definición en la ecuación (2) igual a

$$X_u(0) = \sum_{k=0}^{N-1} W_N^{uk(k+1)/2} \quad (12).$$

Puesto que $k(k+1)/2$ es un número entero para cualquier número entero k , se deduce que

$$W_N^{u(N/2)k(k+1)} = e^{-j2\pi uk(k+1)/2} = 1 \quad (13).$$

Por lo tanto, utilizando la ecuación (13), podemos reescribir la ecuación (12) como

$$X_u(0) = \sum_{k=0}^{N-1} W_N^{u\alpha k(k+1)} \quad (14),$$

en donde $\alpha=(N+1)/2$ es un número entero, puesto que N es impar. Introduciendo un número entero adicional $\beta=(N-$

1)/2, podemos reescribir la ecuación (14) como

$$X_u(0) = \sum_{k=0}^{N-1} W_N^{u\alpha[(k-\beta)^2 - \beta^2]}, \quad \alpha = \frac{N+1}{2}, \quad \beta = \frac{N-1}{2} \quad (15).$$

Además, se deduce que

$$X_u(0) = W_N^{-u\alpha\beta^2} \sum_{k=0}^{N-1} W_N^{u\alpha k^2} = W_N^{u\alpha\beta/2} W_N^{-u(N/2)\alpha\beta} G(u\alpha, N)^* \quad (16),$$

en donde $G(m, L)^*$ es una conjugada compleja de la suma de Gauss cuadrática $G(m, L)$, igual a

$$G(m, L) = \sum_{k=0}^{L-1} W_L^{mk^2} = \begin{cases} \left(\frac{m}{L}\right)\sqrt{L}, & L = 1 \pmod{4} \\ \left(\frac{m}{L}\right)j\sqrt{L}, & L = 3 \pmod{4} \\ \left(\frac{L}{m}\right)(1+j^m)\sqrt{L}, & L = 0 \pmod{4} \\ 0, & L = 2 \pmod{4} \end{cases} \quad (17).$$

En la ecuación (17), $\left(\frac{m}{L}\right)$ indica el símbolo de Jacobi. Un símbolo de Jacobi $\left(\frac{a}{b}\right)$ por cualquier número entero a y cualquier entero impar b como

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \left(\frac{a}{p_1}\right)^{e_1} \left(\frac{a}{p_2}\right)^{e_2} \dots \left(\frac{a}{p_k}\right)^{e_k} \quad (18),$$

en donde p_1, p_2, \dots, p_k son números primos, e_1, e_2, \dots, e_k son números enteros positivos, de modo que $b = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \dots p_k^{e_k}$, y $\left(\frac{a}{p_i}\right)$ es el símbolo de Legendre definido para cualquier número entero a y cualquier número primo p_i , como

$$\left(\frac{a}{p_i}\right) = \begin{cases} 0, & \text{si } m = 0 \pmod{p_i} \\ +1, & \text{si } m \neq 0 \pmod{p_i} \text{ y hay un número entero } x, \text{ tal que } x^2 = m \pmod{p_i} \\ -1, & \text{si no hay dicho número } x \end{cases} \quad (19).$$

El término $W_N^{u\alpha\beta/2}$ a la derecha de la ecuación (16) es igual a $x_u(\beta)$, mientras que el término $W_N^{-u(N/2)\alpha\beta} = 1$ según la ecuación (13). Por lo tanto, obtenemos finalmente

$$X_u(0) = \left(\frac{u\alpha}{N}\right) \frac{1+j^N}{1+j} \sqrt{N} x_u(\beta), \quad \text{cuando } N \text{ es impar} \quad (20).$$

Para N par, $X_u(0)$ viene dado por

$$X_u(0) = \left(\frac{2N}{u}\right) (1-j^u) \sqrt{N/2}, \quad N \text{ es par} \quad (21).$$

La prueba para la ecuación (21) es sencilla: puesto que una secuencia de ZC es periódica con periodo N , podemos escribir

$$\begin{aligned}
 X_u(0) &= \sum_{k=0}^{N-1} W_N^{uk^2/2} \\
 &= \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{2N-1} W_{2N}^{uk^2} \\
 &= \frac{1}{2} G(u, 2N)^* \tag{22}.
 \end{aligned}$$

La expresión para $G(u, 2N)^*$ viene dada por la ecuación (17), para $L=0 \pmod{4}$ ($2N=0 \pmod{4}$ para cualquier N par), por lo que el resultado final se obtiene directamente de la ecuación (22).

Con expresiones de forma cerrada para $X_u(0)$ según las ecuaciones (20) y (21), respectivamente, el número de las operaciones para obtener los coeficientes de la DFT para la secuencia de ZC se reduce a un número $N+1$ de multiplicaciones complejas en comparación con la solución general anterior, que requiere un número $N-1$ de adiciones complejas y un número $N+1$ de multiplicaciones complejas.

La presente invención se refiere, además, a un dispositivo 100 para generar coeficientes de la DFT de una secuencia de ZC desplazada cíclicamente. La Figura 2 es una representación esquemática de un terminal de estación móvil 10, tal como un equipo de usuario UE, que comprende un dispositivo 100 según la invención. El UE puede comprender, además, al menos un circuito transmisor 20 y al menos un circuito receptor 30 conectados a una o más antenas 40, 50. Los circuitos del transmisor 20 y del receptor 30 comprenden, cada uno, componentes electrónicos para la transmisión y recepción de señales de comunicación, respectivamente. Los coeficientes de la DFT generados por el dispositivo 100 se utilizan, preferentemente, cuando se generan preámbulos de RA para sincronización de enlace ascendente con estaciones de base, tales como eNodoB.

Además, los expertos en esta técnica entenderán que el método para generar coeficientes de la DFT de una secuencia de ZC cíclicamente desplazada, según la invención, se puede realizar en un programa informático, que tenga medios de códigos, que cuando se ejecuten en un ordenador hace que el ordenador ejecute las etapas del método. El programa informático está incluido en un medio de soporte legible por ordenador de un producto de programa informático. El medio de soporte legible por ordenador puede consistir esencialmente en cualquier memoria, tal como una ROM (Memoria de lectura solamente), una PROM (memoria de lectura solamente programable), una EPROM (PROM borrable), una memoria instantánea Flash, una EEPROM (PROM eléctricamente borrable), o una unidad de disco duro.

Por último, ha de entenderse también que la presente invención no está limitada a las formas de realización anteriormente descritas, sino que también se refiere e incorpora a todas las formas de realización dentro del alcance de protección de las reivindicaciones independientes adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para utilizar coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier de una secuencia de Zadoff-Chu con desplazamiento cíclico, en donde dicha secuencia de Zadoff-Chu, con desplazamiento cíclico, es una secuencia de Zadoff-Chu básica con raíz u de longitud N cíclicamente desplazada por $p > 1$ elementos de secuencia, comprendiendo dicho método las etapas de:

- la recepción de una información de una señal que transmite información que representa a dicha secuencia de Zadoff-Chu básica;
- la conjugación compleja de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica;
- el desplazamiento cíclico de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica en conjugación compleja;
- el muestreo cíclico de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica en conjugación compleja, con desplazamiento cíclico;
- la multiplicación de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica, en conjugación compleja, cíclicamente desplazada y con muestreo cíclico con una constante C para poder generar los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier de dicha secuencia de Zadoff-Chu cíclicamente desplazada y
- la utilización de los coeficientes de Transformada Discreta de Fourier generados en un proceso de comunicación electrónico.

2. El método según la reivindicación 1, en donde los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier de dicha secuencia de Zadoff-Chu cíclicamente desplazada se definen como:

$$X_{u,p}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x_u(k+p)W_N^{nk}, \quad n=0,1,\dots,N-1, (u,N)=1.$$

3. El método según la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de Zadoff-Chu básica se define como:

$$x_u(k) = W_N^{uk(k+N \bmod 2)/2},$$

en donde, $k=0,1,\dots,N-1$, $W_N = e^{-j2\pi/N}$, $j = \sqrt{-1}$, N es cualquier número entero positivo y $u < N$ es un número entero primo en relación con N .

4. El método según la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de Zadoff-Chu básica está cíclicamente desplazada por un módulo N de desplazamiento p .

5. El método según la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de Zadoff-Chu básica está cíclicamente muestreada por u^{-1} , en donde $u \cdot u^{-1} = 1$ módulo N .

6. El método según la reivindicación 1, en donde dicha constante C es un producto de un primer factor $f1$ y un segundo factor $f2$.

7. El método según la reivindicación 6, en donde dicho primer factor $f1$ es el $p+1$ -ésimo elemento de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica y dicho segundo factor $f2$ es la suma de todos los elementos de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica.

8. El método según la reivindicación 6, en donde:

$$f2 = \left(\frac{u\alpha}{N}\right) \frac{1+j^N}{1+j} \sqrt{N} x_u(\beta), \text{ cuando } N \text{ es impar, y}$$

$$f2 = \left(\frac{2N}{u}\right) (1-j^u) \sqrt{N/2}, \text{ cuando } N \text{ es par.}$$

9. El método según la reivindicación 1, en donde N es un número primo.

- 10.** El método según la reivindicación 9, en donde dicha secuencia de Zadoff-Chu básica se utiliza para generar un preámbulo de acceso aleatorio en un terminal de estación móvil para sincronización de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrica.
- 11.** El método según la reivindicación 10, en donde dicho terminal de estación móvil es un Equipo de Usuario (10) y dicho sistema de comunicación inalámbrica es un sistema de comunicación de Evolución a Largo Plazo o un sistema de comunicación de Evolución a Largo Plazo avanzado.
- 12.** Un programa informático que comprende medios de código, que cuando se ejecutan en un ordenador causa que dicho ordenador ejecute dicho método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 13.** Un producto de programa informático que comprende un medio de soporte legible por ordenador y un programa informático según la reivindicación 12, en donde dicho programa informático está incluido en el medio de soporte legible por ordenador y consiste en uno o más de entre el grupo de: memoria ROM, memoria PROM, memoria EPROM, memoria instantánea, memoria EEPROM y unidad de disco duro.
- 14.** Un dispositivo (100) para generar coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier de una secuencia de Zadoff-Chu, cíclicamente desplazada, en donde dicha secuencia de Zadoff-Chu cíclicamente desplazada es una secuencia de Zadoff-Chu básica con raíz u de longitud N cíclicamente desplazada por $p > 1$ elementos de secuencia, estando dicho dispositivo adaptado para:
- realizar la conjugación compleja de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica;
 - efectuar el desplazamiento cíclico de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica en conjugación compleja;
 - realizar un muestreo cíclico de dicha secuencia de Zadoff-Chu básica en conjugación compleja, cíclicamente desplazada; y
 - multiplicar dicha secuencia de Zadoff-Chu básica, en conjugación compleja, cíclicamente desplazada y con muestreo cíclico con una constante C para poder generar los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier de dicha secuencia de Zadoff-Chu cíclicamente desplazada.
- 15.** Un terminal de estación móvil (10), adaptado para la comunicación en un sistema de comunicación inalámbrica, que comprende al menos un dispositivo (100) según la reivindicación 14.

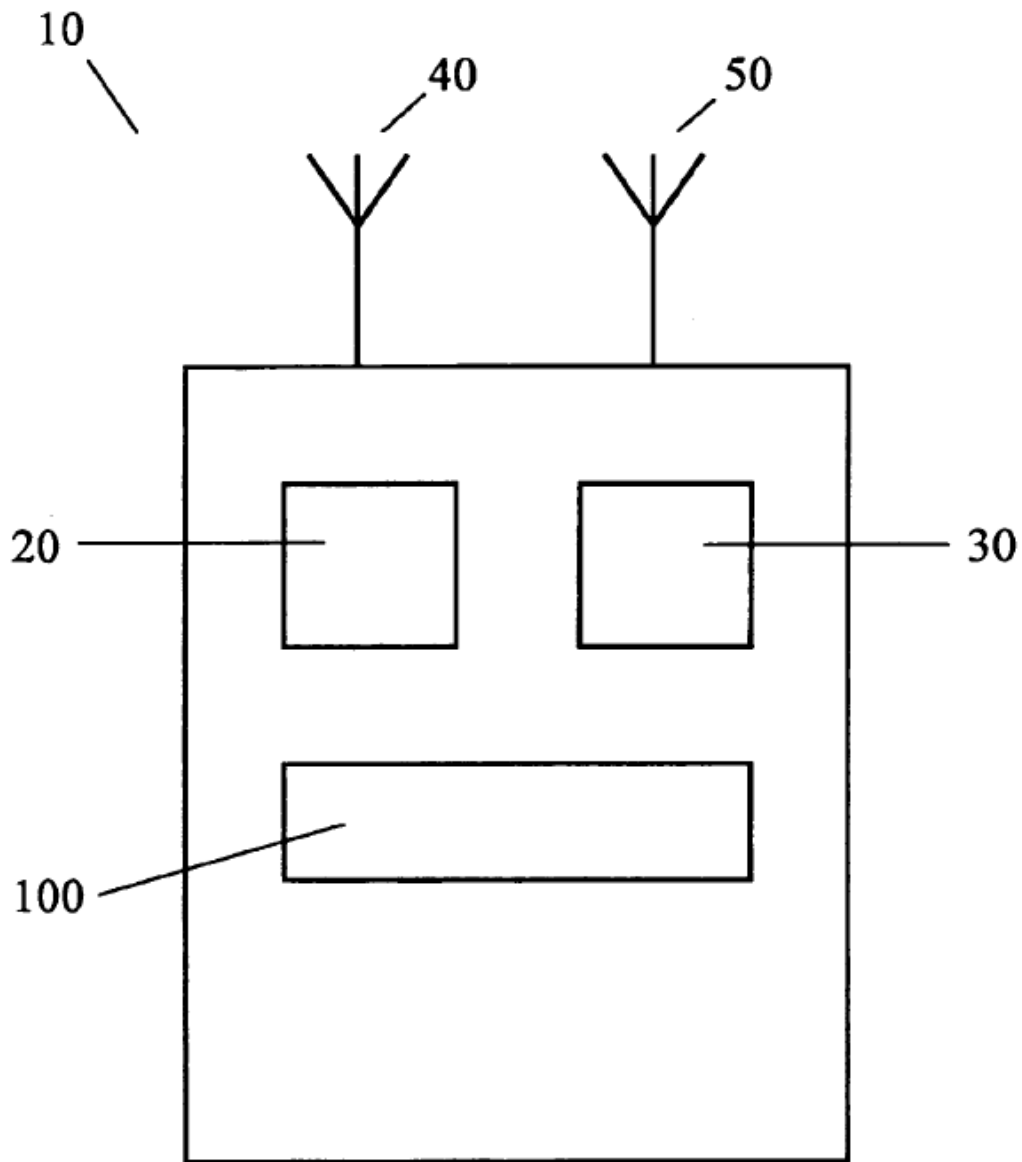


Figura 1