

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 723**

51 Int. Cl.:

H04W 72/00 (2009.01)

H04W 16/00 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2006** **E 06843067 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 2099233**

54 Título: **Señales piloto de enlace ascendente basadas en Zadoff-Chu**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2013

73 Titular/es:

FUJITSU LIMITED (100.0%)
1-1, KAMIKODANAKA 4-CHOME NAKAHARA-KU
KAWASAKI-SHI, KANAGAWA 211-8588, JP

72 Inventor/es:

SHIMOMURA, TSUYOSHI y
KIMURA, DAI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 427 723 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

Señales piloto de enlace ascendente basadas en Zadoff-Chu

5 **Campo de la técnica**

La presente invención se refiere a un método de comunicación de radio y a una estación base y un terminal de usuario del mismo, y más en particular a un método de comunicación de radio y a una estación base y un terminal de usuario del mismo en un sistema de comunicación de radio en el que cada terminal de usuario usa diferentes frecuencias de banda de transmisión de datos que se asignan a partir de una estación base para transmitir señales de datos a esa estación base, y realiza una multiplexación por división en el tiempo de señales piloto sobre la señal de datos y transmite la señal resultante a la estación base.

15 **Técnica anterior**

En un sistema de comunicación de radio tal como un sistema celular, el lado de recepción usa típicamente una señal piloto conocida para realizar la sincronización de sincronismo y la estimación de trayecto de propagación (la estimación de canal) y, basándose en cada una de estas, realiza la desmodulación de datos. Además, en un método de modulación adaptativo que hace posible mejorar el caudal mediante el cambio adaptativo del método de modulación o la tasa de codificación de acuerdo con la calidad del canal, el lado de recepción también usa la señal piloto cuando se estima la calidad del canal, por ejemplo la relación de interferencia a señal (*SIR, signal to interference ratio*), con el fin de decidir el método de modulación óptimo o la tasa de codificación óptima.

Como un método de acceso de comunicación de radio que es resistente frente al desvanecimiento selectivo en frecuencia debido a los múltiples trayectos en la comunicación de radio de banda ancha, está el método de OFDM (Multiplexación por División en Frecuencia Ortogonal, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). No obstante, con respecto al aspecto de la eficiencia energética del terminal, existe un problema de que la PAPR (Relación de Potencia de Pico a Promedio, *Peak to Average Power Ratio*) de la señal de transmisión es grande, de tal modo que la OFDM no es adecuada como método para la transmisión de enlace ascendente. Por lo tanto, en el sistema celular de próxima generación LTE de 3GPP, se realiza una transmisión de única portadora como el método de transmisión de enlace ascendente, en el que el lado de recepción realiza la igualación de frecuencia (consúltese el documento de 3GPP TR25814-700, Figura 9.1.1-1). Una transmisión de única portadora quiere decir que los datos de transmisión y las señales piloto se multiplexan solo en el eje del tiempo y, cuando se comparan con la OFDM que multiplexa los datos y las señales piloto en el eje de frecuencia, es posible reducir en gran medida la PAPR.

35 • Transmisión de única portadora

La figura 23 es un ejemplo del formato de tramas de la transmisión de única portadora, y la figura 24 es un dibujo que explica la igualación de frecuencia. Una trama comprende unos datos DATOS y unos pilotos PILOTO, cada uno de los cuales tiene un número N de muestras y que se multiplexan en el tiempo, en el que, en la figura 23 dos bloques de piloto se insertan en una trama. Cuando se realiza la igualación de frecuencia, una unidad de separación de datos / piloto 1 separa los datos DATOS y los pilotos PILOTO, y una primera unidad de FFT 2 realiza el procesamiento de FFT sobre N muestras de datos para generar un número N de componentes de frecuencia, e introduce el resultado en una unidad de compensación de canal 3. Una segunda unidad de FFT 4 realiza el procesamiento de FFT sobre N muestras de piloto para la generación de un número N de componentes de frecuencia, y una unidad de estimación de canal 5 usa ese un número N de componentes de frecuencia y un número N de componentes de frecuencia de un piloto conocido para estimar las características de canal para cada frecuencia, e introduce una señal de compensación de canal en la unidad de compensación de canal 3. La unidad de compensación de canal 3 multiplica el número N de componentes de frecuencia que se emitieron a partir de la primera unidad de FFT 2 por la señal de compensación de canal para cada frecuencia para realizar la compensación de canal, y una unidad de IFFT 6 realiza el procesamiento de IFFT del número N de componentes de frecuencia con compensación de canal, a continuación convierte la señal en una señal de tiempo y emite el resultado.

• Secuencia de CAZAC

En la transmisión de única portadora, cuando el lado de recepción realiza la igualación de frecuencia, con el fin de mejorar la precisión de la estimación de canal en el dominio de la frecuencia, se prefiere que la señal piloto tenga una amplitud constante en el dominio de la frecuencia, o dicho de otra forma, que la autocorrelación después de un desplazamiento de tiempo cíclico arbitrario sea '0'. Por otro lado, con respecto al aspecto de la PAPR, se prefiere que una señal piloto también tenga una amplitud constante en el dominio del tiempo. Una secuencia de piloto que hace posibles estas características es una secuencia de CAZAC (autocorrelación cero de amplitud constante, *Constant Amplitude Zero Auto Correlation*) y, en el sistema de LTE de 3GPP, se decide la aplicación de esta secuencia de CAZAC como el piloto de enlace ascendente. La secuencia de CAZAC tiene unas características de autocorrelación ideales, de tal modo que las señales piloto que se obtienen mediante un desplazamiento cíclico de la misma secuencia de CAZAC son ortogonales entre sí. En el sistema de LTE de 3GPP, se adopta un método de uso de secuencias de CAZAC que tienen diferentes cantidades de desplazamiento cíclico para multiplexar las señales piloto de diferentes usuarios, o para multiplexar las señales piloto a partir del mismo usuario pero que se transmiten

a partir de diferentes antenas y este se denomina CDM (Multiplexación por División en Código, *Code Division Multiplexing*).

Una secuencia de Zadoff-Chu, que es una secuencia de CAZAC típica, se expresa mediante la ecuación (1) (consúltese el documento de B. M. Popovic, "Generalized Chirp-Like Polyphase Sequences with Optimum Correlation Properties", IEEE Trans. Info. Theory, Vol. 38, pp. 1406-14 09, July 1992).

$$ZC_k(n) = \exp\{-j2\pi k / L \cdot (qn + n(n + L\%2) / 2)\} \quad (1)$$

En el presente caso, k y L son ambos primos, y expresan el número de secuencias y la longitud de secuencia, respectivamente. Además, n es el número de símbolos, q es un entero arbitrario, y L%2 es el resto cuando se divide por 2, y puede notarse como Lmod (2). Cuando la factorización en números primos de L se toma como

$$L = g_1^{e_1} \times \dots \times g_n^{e_n} \quad (2)$$

(gi es un número primo), el número de secuencias de CAZAC está dado por la siguiente ecuación.

$$\phi(L) = L \left(1 - \frac{1}{g_1}\right) \times \dots \times \left(1 - \frac{1}{g_n}\right) \quad (3)$$

De forma más específica, en el caso en el que L = 12, L = 12 = 2² 3¹, de tal modo que g₁ = 2, e₁ = 2, g₂ = 3 y e₂ = 1, y a partir de la ecuación (3), el número de secuencias (secuencias de CAZAC) se vuelve 4. Por lo tanto, el número de secuencias aumenta cuanto más grande es L y menor es el número de factores primos. Dicho de otra forma, en el caso en el que L es un número primo, el número de secuencias de CAZAC φ(L) se vuelve (L - 1).

ZC_k(n - c), para la cual solo c en la secuencia de CAZAC ZC_k(n) se desplaza de forma cíclica, se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$ZC_k(n - c) = \exp\{-j2\pi k / L \cdot (q(n - c) + (n - c)(n - c + L\%2) / 2)\} \quad (4)$$

Tal como se muestra en la ecuación (5) a continuación,

$$|R(\tau)| = \begin{cases} 1 & \dots \tau = c \\ 0 & \dots \tau \neq c \end{cases} \quad (5)$$

la correlación R(τ) entre ZC_k(n) y ZC_k(n - c) se vuelve '0' en cualquier punto excepto cuando τ = c, de tal modo que las secuencias que se obtienen mediante la aplicación de diferentes cantidades de desplazamiento cíclico a la secuencia principal ZC_k(n) se vuelven ortogonales entre sí.

Cuando una estación base de radio recibe una pluralidad de pilotos que se multiplexaron mediante CDM (Multiplexación por División en Código, *Code Division Multiplex*) usando el desplazamiento cíclico, al tomar la correlación con la secuencia principal, es posible separar los pilotos basándose en la ubicación en la que tiene lugar el pico. La capacidad de tolerar el desplazamiento de los múltiples trayectos o el desplazamiento del sincronismo de recepción disminuye cuanto más estrecho sea el intervalo del desplazamiento cíclico, de tal modo que hay un límite superior al número de pilotos que pueden multiplexarse mediante un desplazamiento cíclico. Cuando el número de pilotos que se multiplexan mediante un desplazamiento cíclico se toma como P, puede determinarse la cantidad de desplazamiento cíclico cp que se asigna al piloto p-ésimo, por ejemplo, mediante la ecuación que se da a continuación (consúltese el documento de 3GPP R1-060374, "Text Proposal On Uplink Reference Signal Structure", Texas Instruments).

$$c_p = (p - 1) * \{L / P\}, \text{ en la que } p = 1, \dots, P \quad (6)$$

Tal como se ha descrito anteriormente, en un enlace ascendente de LTE de 3GPP, los pilotos y los datos se multiplexan mediante una multiplexación por división en el tiempo y se transmiten mediante el método de SC-FDMA

(Acceso múltiple por división en frecuencia de única portadora, *Single Carrier-Frequency Division Multiple Access*). La figura 25 es un dibujo que muestra la construcción de una unidad de transmisión de enlace ascendente de SC-FDMA, en la que 7' es un DFT (transformador discreto de Fourier, *Discrete Fourier Transformer*) de tamaño N_{TX} , 8' es una unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora, 9' es una unidad de IDFT de tamaño N_{FFT} , y 10 es una unidad de inserción de CP (prefijo cíclico, *Cyclic Prefix*). En LTE de 3GPP, con el fin de suprimir la cantidad de procesamiento, N_{FFT} es un entero que es una potencia de 2, y la IDFT después del establecimiento de correspondencia de subportadoras se sustituye por IFFT. El proceso de añadir un desplazamiento cíclico c a la secuencia principal $ZC_k(n)$ puede realizarse o bien antes de la DFT o bien después de la IFFT. Cuando el proceso se realiza después de la IFFT, el desplazamiento cíclico puede ser una cantidad $c \times N_{FFT} / N_{TX}$ muestras. En esencia, el proceso es el mismo proceso, por lo que a continuación en el presente documento se explicará un ejemplo en el que el proceso de desplazamiento cíclico se realiza antes de la DFT.

- Problemas con la técnica relacionada

15 Con el fin de reducir la interferencia entre células, es necesario usar de forma repetida unas secuencias de CAZAC que tienen diferentes números de secuencia como pilotos entre células. Esto se debe a que, a medida que el número de repeticiones aumenta, la distancia entre las células que usan la misma secuencia se vuelve más grande, de tal modo disminuye que la posibilidad de que tenga lugar una interferencia grave. Por lo tanto, se vuelve necesario mantener una gran cantidad de secuencias de CAZAC y, con el fin de tener buenas características para 20 las secuencias de CAZAC, es deseable una longitud de secuencia L que es un número primo grande. La figura 26 es un dibujo que explica la interferencia entre células en la que, en el caso que se muestra en (A), en el que el número de secuencias de CAZAC que pueden usarse es 2, unas secuencias de CAZAC (ZC_1) que tienen el mismo número de secuencias se usan en células adyacentes, de tal modo que una interferencia grave tiene lugar entre las células adyacentes. Además, tal como se muestra en (B), cuando el número de secuencias de CAZAC es 3, no se 25 usan unas secuencias de CAZAC que tienen el mismo número de secuencias, no obstante, el número de repeticiones es 3, que es un número pequeño, de tal modo que la distancia entre las células que usan unas secuencias de CAZAC que tienen el mismo número de secuencias es corta y hay una alta posibilidad de que tenga lugar una interferencia entre células adyacentes. En el caso que se muestra en (C), en el que el número de secuencias de CAZAC es 7, el número de repeticiones es 7, que es un número grande de tal modo que, a medida 30 que la distancia entre las células que usan unas secuencias de CAZAC que tienen el mismo número de secuencias se vuelve más grande, la posibilidad de que tenga lugar una interferencia disminuye de forma gradual. Por cierto, tal como se muestra en (A) de la figura 27, la tendencia del análisis del LTE de 3GPP es tomar el número de subportadoras que están ocupadas por datos como un múltiplo de 12, y tomar el intervalo de subportadoras para los pilotos como el doble del intervalo de subportadoras para los datos con el fin de mejorar la eficiencia de la 35 transmisión. En ese caso, cuando la longitud de secuencia L de la secuencia de CAZAC es 6, el número de secuencias $\phi(L)$ se vuelve $2(k = 1, 2)$, y se usan unas secuencias de CAZAC que tienen el mismo número de secuencias, de tal modo que la interferencia de piloto tiene lugar entre células adyacentes. Además, cuando la longitud de secuencia L se toma como 5, $\phi(L)$ se vuelve $4(k = 1, 2, 3, 4)$, que sigue siendo un número pequeño, no obstante, tal como se muestra en (B) de la figura 27, hay subportadoras de los datos que no están cubiertas por un 40 piloto, de tal modo que disminuye la precisión de estimación de canal.

Por lo tanto, se cree que, al hacer la banda de transmisión para las señales piloto más ancha que la banda de transmisión para los datos y realizar la transmisión, una longitud de secuencia L suficiente se mantendrá (consúltense los documentos de 3GPP R1-060925, R1-063183). La figura 28 es un ejemplo del caso en el que el 45 número de señales piloto multiplexadas es 2. Si la longitud de secuencia L se toma como 12, el número de secuencias de CAZAC es solo 4 a partir de las ecuaciones (2) y (3), y la interferencia entre células se vuelve grande ($k = 4$). Por lo tanto, se hace que la longitud de secuencia L sea el número primo 11. Cuando $L = 11$, $\phi(L)$ es 10 y 10 secuencias de CAZAC pueden usarse ($k = 1 \sim 10$), de tal modo que es posible reducir la interferencia entre células. No puede hacerse que la longitud de secuencia L sea 13 o más grande. La razón para esto es que, cuando la 50 longitud de secuencia L es 13 o más grande, la interferencia tiene lugar entre bandas de frecuencia adyacentes. Las señales piloto a partir de diferentes usuarios se multiplexan mediante CDM a través de un desplazamiento cíclico. Dicho de otra forma, una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud $L = 11$ y para la cual el desplazamiento cíclico c_1 se ha realizado se usa como el piloto para un usuario 1, y una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ para la cual el desplazamiento cíclico c_2 se ha realizado se usa como el piloto para un usuario 2.

55 No obstante, cuando una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud $L = 11$ se desplaza de forma cíclica y se usa para los usuarios 1, 2 entonces, tal como puede verse con claridad en la figura 28, la relación relativa entre la banda de frecuencia de transmisión para los pilotos y la banda de frecuencia de transmisión para los datos para el usuario 1 y el usuario 2 difiere y, por lo tanto, la precisión de estimación de canal es diferente. Dicho de otra forma, 60 las subportadoras 23, 24 de la banda de frecuencia de transmisión para los datos del usuario 2 se desvían con respecto a la banda de frecuencia de transmisión para los pilotos, y disminuye la precisión de estimación de canal para esas subportadoras.

En la figura 28, basándose en las especificaciones actuales de LTE de 3GPP, el intervalo de subportadoras para los pilotos es el doble del intervalo de subportadoras para los datos, no obstante, el problema que se ha descrito 65 anteriormente tiene lugar incluso cuando se cambia la relación de los intervalos de subportadoras.

El documento "CAZAC Sequence Length for E-UTRA UL" describe el uso de secuencias de Zadoff-Chu de longitud 5, y unas subportadoras de un ancho de banda de 30 kHz para las secuencias de piloto. Esto quiere decir que la secuencia de piloto se extiende a lo largo de menos frecuencia que un bloque de recursos de datos. Las secuencias de piloto se desplazan en frecuencia para hacerlas simétricas alrededor del centro del bloque de recursos de datos.

5 Tomando en consideración los problemas que se han mencionado anteriormente, el objeto de la presente invención es posibilitar una estimación de canal precisa de las subportadoras de datos que se desvían con respecto a la banda de frecuencia de transmisión de piloto.

Otro objeto de la presente invención es posibilitar una estimación de canal precisa de las subportadoras asignadas a cada usuario incluso cuando una secuencia especificada (por ejemplo, la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$), para la cual se han realizado diferentes cantidades de desplazamiento cíclico, se usa como los pilotos de los usuarios que van a multiplexarse.

10 Otro objeto de la presente invención es posibilitar una estimación de canal precisa mediante la separación de los pilotos para cada usuario usando un método simple, incluso cuando una secuencia de CAZAC especificada, para la cual se han realizado diferentes cantidades de desplazamiento cíclico, se usa como los pilotos de los usuarios que van a multiplexarse.

15 Otro objeto de la presente invención es aumentar la precisión de la estimación de canal de las subportadoras de datos de un usuario incluso cuando la condición del trayecto de propagación de ese usuario es mala.

20 **Divulgación de la invención**

La presente invención es un método de comunicación de radio, una estación base y un terminal de usuario en un sistema de comunicación de radio en el que cada uno de los terminales de usuario junto con la transmisión de una señal de datos a una estación base usando diferentes frecuencias de banda de transmisión de datos que se asignan por la estación base, realiza una multiplexación por división en el tiempo de una señal piloto con la señal de datos y transmite la señal resultante a la estación base.

• Método de comunicación de radio

30 El método de comunicación de radio de la presente invención comprende: una etapa de decidir una banda de transmisión de piloto para cada terminal de usuario de tal modo que la banda de transmisión de piloto cubre la banda de transmisión de datos del terminal de usuario, mediante una desviación de frecuencia; y una etapa de indicar a cada terminal de usuario que transmita la señal piloto usando las frecuencias de dicha banda de transmisión de piloto decidida.

35 La etapa de instrucción comprende: una etapa de calcular una cantidad de desviación de frecuencia para cada terminal de usuario, y una cantidad de desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC que se corresponde con el número de terminales de usuario multiplexados y la cantidad de la desviación de frecuencia; y una etapa de indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico calculado, y de indicar al terminal de usuario que realice una desviación de frecuencia de la banda de transmisión de piloto en la cantidad de desviación de frecuencia calculada.

40 El método de comunicación de radio comprende además: una etapa de añadir, cuando la estación base recibió señales piloto multiplexadas que se enviaron a partir de una pluralidad de los terminales de usuario, las componentes de frecuencia de la porción de las señales piloto que no se solapan entre sí; una etapa de multiplicar una combinación del resultado de la adición y las señales piloto multiplexadas recibidas por una réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia; y una etapa de convertir los resultados de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del tiempo, de separar a continuación entre sí la porción de señal de un terminal de usuario especificado con respecto a esa señal en el dominio del tiempo y de realizar la estimación de canal.

45 El método de comunicación de radio de la presente invención comprende además: una etapa de adquirir las condiciones de trayecto de propagación de los terminales de usuario; y una etapa de asignar, de forma preferente, una banda intermedia de la totalidad de la banda de transmisión de datos como la banda de transmisión de datos para un terminal de usuario que tiene una mala condición de trayecto de propagación, y de informar a los terminales de usuario. Como alternativa, el método de comunicación de radio de la presente invención comprende además: una etapa de realizar un control de salto mediante la asignación periódica de una banda intermedia y una banda de extremo de la totalidad de la banda de transmisión de datos como las bandas de transmisión de datos para los terminales de usuario.

55 • Estación base

La estación base de la presente invención comprende una unidad de gestión de recursos que decide una banda de transmisión de piloto para cada terminal de usuario de tal modo que la banda de transmisión de piloto cubre la banda de transmisión de datos del terminal de usuario mediante una desviación de frecuencia, e indica al terminal de usuario que transmita la señal piloto usando las frecuencias de dicha banda de transmisión de piloto decidida.

60 En la estación base, la unidad de gestión de recursos comprende: una unidad de cálculo de cantidad de desplazamiento cíclico que calcula una cantidad de desviación de frecuencia para cada terminal de usuario, y una cantidad de desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC que se corresponde con el número de terminales de usuario multiplexados y la cantidad de la desviación de frecuencia; y una unidad de instrucción que, junto con indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la

señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico calculado, indica al terminal de usuario que realice una desviación de frecuencia de la señal piloto en la cantidad de desviación de frecuencia.

La estación base comprende además una unidad de estimación de canal que realiza la estimación de canal para cada terminal de usuario; y donde la unidad de estimación de canal comprende: una unidad de recepción que recibe
 5 unas señales piloto multiplexadas que se transmiten a partir de una pluralidad de terminales de usuario; una unidad de adición que añade las componentes de frecuencia de la porción de las señales piloto que no se solapan entre sí; una unidad de multiplicación de réplicas que multiplica una combinación de los resultados de la adición y las señales piloto multiplexadas recibidas por una réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia; una unidad de conversión que convierte el resultado de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del tiempo; una
 10 unidad de separación que separa entre sí la porción de señal de cada terminal de usuario con respecto a la señal en el dominio del tiempo; y una unidad de estimación que convierte la señal en el dominio del tiempo separada en una señal en el dominio de la frecuencia para estimar el canal de cada frecuencia.

La unidad de gestión de recursos adquiere las condiciones de propagación de los terminales de usuario y asigna, de forma preferente, una banda intermedia de la totalidad de la banda de transmisión de datos como la banda de
 15 transmisión de datos para un terminal de usuario que tiene una mala condición de trayecto de propagación, e informa al terminal de usuario. Como alternativa, la unidad de gestión de recursos realiza el control de salto mediante la asignación periódica de una banda intermedia y una banda de extremo de la totalidad de la banda de transmisión de datos como las bandas de transmisión de datos para los terminales de usuario.

20 • Terminal de usuario

El terminal de usuario del sistema de comunicación de radio comprende: una unidad de recepción que recibe una información de recursos de enlace ascendente a partir de una estación base; y una unidad de generación de piloto que genera un piloto de acuerdo con unas instrucciones en la información de recursos de enlace ascendente; donde
 25 la unidad de generación de piloto comprende: una unidad de generación de secuencia de CAZAC que, basándose en la información de recursos, genera una secuencia de CAZAC que tiene una longitud de secuencia especificada y un número de secuencias como una señal piloto; una primera unidad de conversión que convierte la secuencia de CAZAC, que es una señal piloto en el dominio del tiempo, en una señal piloto en el dominio de la frecuencia; una unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora que realiza el establecimiento de correspondencia
 30 de las componentes de subportadora de la señal piloto basándose en la información de desviación de frecuencia que se incluye en la información de recursos; una segunda unidad de conversión que convierte la señal piloto con unas subportadoras con establecimiento de correspondencia en una señal en el dominio del tiempo; y una unidad de desplazamiento cíclico que realiza un desplazamiento cíclico sobre la secuencia de CAZAC basándose en una cantidad de desplazamiento cíclico que se incluye en la información de recursos, o bien antes de la primera
 35 conversión o bien después de la segunda conversión.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un dibujo que explica un primer principio de la presente invención.

La figura 2 es un dibujo que explica un segundo principio de la presente invención.

La figura 3 es un dibujo que explica un tercer principio de la presente invención.

La figura 4 es un dibujo que explica un proceso de generación de piloto en el lado de transmisión que hace posible la desviación de frecuencia de d subportadoras y un desplazamiento cíclico de $(c_2 - s(k, d, L))$.

La figura 5 es un dibujo que explica la desviación mediante la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora.
 45

La figura 6 es un dibujo que explica el proceso de estimación de canal en el lado de recepción.

La figura 7 es un dibujo que explica un segundo proceso de generación de piloto.

La figura 8 es un dibujo que explica un método de copiado sobre el transmisor.

La figura 9 es un dibujo que explica un segundo proceso de estimación de canal en el lado de recepción.
 50

La figura 10 es un dibujo que muestra una configuración de tramas.

La figura 11 es un dibujo que explica un método de separación de pilotos.

La figura 12 es un dibujo que explica un tercer proceso de estimación de canal en el lado de recepción.

La figura 13 es un dibujo de la construcción de una estación móvil.

La figura 14 es un dibujo de la construcción de una unidad de generación de piloto.

La figura 15 es un dibujo de la construcción de una estación base.
 55

La figura 16 es un dibujo de la construcción de una unidad de estimación de canal.

La figura 17 es un dibujo de la construcción de una unidad de generación de piloto y una unidad de estimación de canal que realiza un segundo proceso de generación de piloto y proceso de estimación de canal.

La figura 18 es un dibujo de la construcción de una unidad de generación de piloto y una unidad de estimación de canal que realiza un tercer proceso de generación de piloto y proceso de estimación de canal.
 60

La figura 19 es un dibujo que explica la asignación de frecuencias cuando el número de pilotos multiplexados es 4.

La figura 20 es un dibujo que explica el control de salto de tal modo que las bandas de transmisión que se asignan a los usuarios se conmutan después de cada trama, y explica la asignación para una trama de numeración impar.
 65

La figura 21 es un dibujo que explica el control de salto de tal modo que las bandas de transmisión que se

asignan a los usuarios se conmutan después de cada trama, y explica la asignación para una trama de numeración par.

La figura 22 es un dibujo de la construcción de la unidad de generación de piloto cuando se realiza el control de salto.

5 La figura 23 es un ejemplo de un formato de tramas para la transmisión de única portadora.

La figura 24 es un dibujo para explicar la igualación de frecuencia.

La figura 25 es un dibujo de la construcción de una unidad de transmisión de enlace ascendente de SC-FDMA.

La figura 26 es un dibujo que explica la interferencia entre células.

10 La figura 27 es un primer dibujo que explica una banda de transmisión de datos y una banda de transmisión de piloto convencionales.

La figura 28 es un segundo dibujo que explica una banda de transmisión de datos y una banda de transmisión de piloto convencionales.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

15 (a) Principios de la invención

Tal como se muestra en (A) de la figura 1, cuando una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ en la cual se ha realizado un desplazamiento cíclico c_1 se usa como el piloto para un usuario 1, y una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ en la cual se ha realizado un desplazamiento cíclico c_2 se usa como el piloto para un usuario 2, entonces tal como se explicó usando la figura 28, las subportadoras 23, 24 de la banda de frecuencia de transmisión para los datos del usuario 2 se desvían con respecto a la banda de frecuencia de transmisión para el piloto, y disminuye la precisión de estimación de canal para esa subportadora. En la figura 1, $DFT\{ZC_k(n - c_1)\}$ y $DFT\{ZC_k(n - c_2)\}$ son los pilotos que se obtienen mediante la realización de los desplazamientos cíclicos c_1 , c_2 de una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud $L = 11$, después de lo cual el procesamiento de DFT se realiza sobre las secuencias $ZC_k(n - c_1)$ y $ZC_k(n - c_2)$.

Por lo tanto, tal como se muestra en (B) de la figura 1, al dar una desviación de frecuencia a los pilotos de cada usuario para que se correspondan con la banda de transmisión y multiplexando entonces los pilotos, la banda de transmisión para los pilotos siempre cubrirá la banda de transmisión para los datos. En el ejemplo que se muestra en (B) de la figura 1, el piloto $DFT\{ZC_k(n - c_2)\}$ para el usuario 2 puede desviarse la cantidad de una subportadora.

No obstante, cuando el piloto $DFT\{ZC_k(n - c_2)\}$ está desviado, en el lado de recepción la correlación entre el piloto recibido y la réplica $ZC_k(n)$ de un piloto conocido no alcanza un pico en $\tau = c_2$, y la ubicación del pico se desplaza, de tal modo que no es posible restaurar de forma correcta el piloto, y como resultado la estimación de canal no es posible. La razón de que la ubicación del pico de correlación se desplace se explicará en lo sucesivo.

35 • Relación entre la desviación de frecuencia y el desplazamiento cíclico en el dominio del tiempo

En primer lugar, se explicará la relación entre la desviación de frecuencia y el desplazamiento cíclico en el dominio del tiempo. Al tomar el resultado de realizar la conversión de DFT sobre la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ como $F(m)$, $F(m)$ puede expresarse mediante la ecuación a continuación.

$$F(m) = \sum_{n=0}^{L-1} ZC(n) \cdot \exp\{-j2\pi mn / L\} \quad (7)$$

45 Usando la ecuación (7) y la ecuación 4, la ecuación puede transformarse para obtener la ecuación a continuación.

$$\exp\{-j\theta_{k,c}\} \cdot F(m-d) = \sum_{n=0}^{L-1} ZC(n-c) \cdot \exp\{-j2\pi mn / L\} \quad (8)$$

en la que $kc = d \pmod L$, $\theta_{k,c} = \pi k / L \cdot (c^2 - 2qc - c \cdot L \% 2)$ En el presente caso, $d \pmod L$ quiere decir que kc y d tienen el mismo resto después de la división por el módulo L .

50 tal como puede verse a partir de la ecuación (8), en el dominio del tiempo, la aplicación de un desplazamiento cíclico c a una secuencia de CAZAC es equivalente a la aplicación de un desplazamiento cíclico que tiene una cantidad de d subportadoras y una rotación de fase $\theta_{k,c}$ en el dominio de la frecuencia. En el presente caso, k y L son ambos factores primos entre sí, de tal modo que $c < L$ se decide de forma única de acuerdo con k y d . Con el fin de entender con mayor facilidad que c se decide de acuerdo con k , d y L , entonces c se tomará de nuevo como $c = s(k, d, L)$. La tabla 1 muestra unos valores de c que se corresponden con varias combinaciones de $s(k, d, L)$ y k para el caso en el que $L = 11$. Por ejemplo, cuando $k = 1$, $d = 1$, $L = 11$ y $c = 1$; y cuando $k = 2$, $d = 1$, $L = 11$ y $c = 6$.

[Tabla 1]

s (k, d, L) cuando L = 11			
k	s (k, 1, 11)	s (k, 2, 11)	s (k, 3, 11)
1	1	2	3
2	6	1	7
3	4	8	1
4	3	6	9
5	9	7	5
6	2	4	6
7	8	5	2
8	7	3	10
9	5	10	4
10	10	9	8

5 A partir de lo anterior, la aplicación de una desviación de frecuencia de una porción de subportadora al piloto 2 tal como se muestra en (A) de la figura 2 se corresponde con mover la componente p11 en la subportadora 1 a la subportadora 12 después de que un desplazamiento cíclico de una subportadora se haya añadido en el dominio de la frecuencia tal como se muestra en (B) de la figura 2. Como resultado, a partir de la ecuación (8), la posición de los picos de correlación (véase la ecuación (5)) del piloto 2 se desplaza solo $s(k, d, L)$ ($\tau = c_2 + s(k, d, L)$). La posición de los picos de correlación del piloto 1 ($\tau = c_1$) no se desplaza, de tal modo que el pico de correlación del piloto 2 y el piloto 1 solo cambia relativamente $s(k, d = 1, L = 11)$, y en el lado de recepción no es posible restaurar el piloto de forma correcta, por lo tanto como resultado se vuelve imposible realizar la estimación de canal.

10 Para obtener la posición de los picos de correlación convencionales, la cantidad de desplazamiento cíclico puede cambiarse de c_2 a $(c_2 - s(k, d, L))$. Dicho de otra forma, tal como se muestra en (A) de la figura 3, mediante la aplicación tanto de una desviación de frecuencia de subportadoras d ($d = 1$ en la figura), como de un desplazamiento cíclico de $(c_2 - s(k, d, L))$, la correlación entre el piloto 1 y el piloto 2 se vuelve tal como se muestra en (B) de la figura 3. Al hacer lo que se ha descrito anteriormente, las posiciones de los picos de correlación de los pilotos 1 y 2 no se desplazan, y en el lado de recepción es posible restaurar de forma correcta los pilotos y, por lo tanto, es posible mejorar la precisión de estimación de canal. Es decir, es posible separar el piloto 1 y el piloto 2 mediante las posiciones de los valores pico de correlación ($\tau = c_1, \tau = c_2$) como el caso en el que la desviación de frecuencia no se aplica.

(a) Primer proceso de generación de piloto y proceso de estimación de canal

25 La figura 4 es un dibujo para explicar el proceso de generación de piloto en el lado de transmisión que hace posible la desviación de frecuencia de subportadora d y el desplazamiento cíclico de $(c_2 - s(k, d, L))$ que se explicaron usando la figura 3.

Una unidad de generación de secuencia de CAZAC 11 genera una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ como un piloto en el que $L = 11$, y una unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza de forma cíclica la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ solo $c_2 - s(k, d, L)$ para generar $ZC_k(n - c_2 + s(k, d, L))$ e introduce el resultado en una unidad de DFT 13. Una unidad de DFT de tamaño N_{TX} ($N_{TX} = L = 11$) 13 realiza un proceso de cálculo de DFT sobre $ZC_k(n - c_2 + s(k, d, L))$ para generar el piloto DFT $\{ZC_k(n - c_2 + s(k, d, L))\}$. Una unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 desvía 11 componentes de piloto p1 a p11 del dominio de la frecuencia una cantidad de d subportadoras ($d = 1$ en la figura), e introduce el resultado en una unidad de IFFT 15. La figura 5 es un dibujo que explica la desviación mediante la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14, en la que (A) muestra el caso en el que no hay desviación alguna ($d = 0$), y la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 introduce 11 componentes de piloto p1 a p11 en los terminales de frecuencia $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, \dots, f_{i+10}$ de la unidad de IFFT 15, e introduce 0 en los otros terminales. En la figura, (B) muestra el caso en el que hay una desviación ($d = 1$), y la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 introduce 11 componentes de piloto p1 a p11 en los terminales de frecuencia $f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+11}$, e introduce 0 en los otros terminales. Una unidad de IFFT de tamaño N_{FFT} (por ejemplo $N_{FFT} = 128$) 15 realiza el procesamiento de cálculo de IDFT sobre las componentes de subportadora de entrada para convertir la señal en una señal en el dominio del tiempo, y una unidad de inserción de CP (prefijo cíclico) 16 añade un prefijo cíclico para evitar una interferencia y emite el resultado. En la figura 5, (C) muestra otro ejemplo del caso en el que hay una desviación ($d = 1$). En el presente caso, la unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza de forma cíclica la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ solo c_2 para generar $ZC_k(n - c_2)$ e introduce el resultado en la unidad de DFT 13. La unidad de DFT 13 realiza el procesamiento de cálculo de DFT sobre $ZC_k(n - c_2)$ para generar un piloto DFT $\{ZC_k(n - c_2)\}$. La unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 introduce las componentes de piloto p2 a p11 en los terminales $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, \dots, f_{i+10}$ de la unidad de IFFT 15, e introduce la componente de piloto p1 en el terminal f_{i+11} de la unidad de IFFT 15.

50 La figura 6 es un dibujo que explica el proceso de estimación de canal en el lado de recepción.

Un piloto 1 y un piloto 2 que se transmiten, respectivamente, a partir de un usuario 1 y un usuario 2 (véase la figura 3) se multiplexan en el aire para volverse las componentes de subportadora (p1 a p12) de las frecuencias de subportadora $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+11}$ y se introducen en la unidad de estimación de canal. Una unidad de adición de subportadora 52 añade las componentes de subportadora p12 y p1 que no se solapan entre sí, y toma el resultado de la adición como la nueva componente de subportadora p1 de la frecuencia de subportadora f_1 .

Una unidad de multiplicación de señales de réplica 53 multiplica una señal de réplica de un piloto q_i y una señal piloto recibida p_i para cada subportadora, una unidad de IDFT 54 realiza un procesamiento de cálculo de IDFT sobre los resultados de la multiplicación de réplicas y emite un perfil de retardo en el dominio del tiempo. La señal de réplica del piloto se obtiene mediante la realización del procesamiento de cálculo de DFT sobre una secuencia de CAZAC conocida $ZC_k(n)$ para un desplazamiento cíclico de cero. El perfil de retardo en el dominio del tiempo tiene una longitud de L muestras con unos picos de correlación en $t = c_1, t = c_2$, de tal modo que una unidad de extracción de perfil 55 separa entre sí los picos de correlación en $t = (c_1 + c_2) / 2$, para generar unos perfiles PRF1, PRF2 que tienen una longitud de L / 2 muestras para el usuario 1 y el usuario 2. Una unidad de DFT de tamaño L 56a inserta un número L / 4 de ceros sobre ambos lados del perfil PRF1 de longitud L / 2 para hacer la longitud L, y realiza el cálculo de DFT. Al hacer lo anterior, los valores de estimación de canal h_1 a h_{11} para el usuario 1 se obtienen a partir de la unidad de DFT 56a a las frecuencias de subportadora $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+10}$. De forma similar, una unidad de DFT de tamaño L 56b inserta un número L / 4 de ceros sobre ambos lados del perfil de longitud de muestra L / 2 PRF2 para hacer la longitud L, y realiza el cálculo de DFT. Al hacer lo anterior, los valores de estimación de canal h_2 a h_{12} para el usuario 2 se obtienen a partir de la unidad de DFT 56b a las frecuencias de subportadora $f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+11}$. No obstante, debido a que la unidad de adición de subportadora 52 añade p1 y p12 para volverse la componente de subportadora de la frecuencia de subportadora f_i , el valor de estimación de canal de la frecuencia de subportadora f_i que se emite a partir de la unidad de DFT 56b, se toma como el valor de estimación de canal h_{12} de la frecuencia de subportadora f_{i+11} .

A partir de lo anterior, a condición de que la distorsión debido a las condiciones de propagación sea pequeña, es posible separar el piloto 1 y el piloto 2 de una forma completamente en un perfil de retardo en el dominio del tiempo después de que las componentes que no se solapan entre sí en el lado de recepción se hayan añadido y multiplicado por una réplica tal como se muestra en la figura 6. Cuando la distorsión debido a las condiciones de propagación es grande, es posible omitir la adición de subportadora, y separar el piloto 1 y el piloto 2 en un perfil de retardo en el dominio del tiempo después de la multiplicación de réplicas directa.

(b) Segundo proceso de generación de piloto y proceso de estimación de canal

En el primer proceso de estimación de canal que se ha descrito anteriormente, las componentes de subportadora p12 y p1 que no se solapan entre sí se suman y el resultado de la adición se toma como la componente de la frecuencia de subportadora f_i . No obstante, cuando la componente de subportadora para la frecuencia de subportadora f_i de la señal recibida es ya el valor que se obtiene mediante la adición de p12 y p1, no es necesario añadir subportadoras en el lado de recepción.

La figura 7 es un dibujo que explica un segundo proceso de generación de piloto, en el que (A) muestra las subportadoras de datos para un usuario 1 y un usuario 2.

Tal como se muestra en (B) de la figura 7, el lado de transmisión (el usuario 1) copia la componente de subportadora p1 de la frecuencia de subportadora f_i del piloto 1 de tal modo que se vuelve la componente de subportadora de la frecuencia de subportadora f_{i+11} y realiza la transmisión, y tal como se muestra en (C) de la figura 7, el usuario 2 copia la componente de subportadora p12 de la frecuencia de subportadora f_{i+11} del piloto 2 de tal modo que se vuelve la componente de subportadora de la frecuencia de subportadora f_i , y realiza la transmisión. Al hacer lo anterior, tal como se muestra en (D) de la figura 7, estos pilotos se multiplexan en el aire y se reciben por el lado de recepción, y la componente de subportadora de la frecuencia de subportadora f_i se vuelve la suma de p1 y p2, de tal modo que no hay necesidad alguna de añadir subportadoras en el lado de recepción.

La figura 8 es un dibujo que explica el método de copiado en el lado de transmisión, en el que (A) es el método de copiado para el piloto 1 por el usuario 1 y, en este método, la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 también introduce la componente de subportadora p1 de la frecuencia de subportadora f_i del piloto 1 en el terminal de la frecuencia f_{i+11} de la unidad de IFFT 15 de tal modo que esta es también la componente de subportadora de la frecuencia de subportadora f_{i+11} . En la figura, (B) es el método de copiado para el piloto 2 por el usuario 2 y, en este método, la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 también introduce la componente de subportadora p12 de la frecuencia de subportadora f_{i+11} del piloto 2 en el terminal de la frecuencia f_i de la unidad de IFFT 15 de tal modo que esta es también la componente de subportadora de la frecuencia de subportadora f_i . En la figura, (C) es un ejemplo de implementación del método de copiado para el piloto 2 por el usuario 2, y se corresponde con (C) de la figura 5.

La figura 9 es un dibujo que explica el proceso de estimación de canal por el lado de recepción. El piloto 1 y el piloto 2 (véanse (B) y (C) de la figura 7) que se transmiten, respectivamente, a partir del usuario 1 y el usuario 2 se multiplexan en el aire para volverse las componentes de subportadora (p1 a p12) de las frecuencias de subportadora $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+11}$ y se introducen en la unidad de estimación de canal (véase (D) de la figura 7).

La unidad de multiplicación de señales de réplica 53 para el usuario 1 multiplica las señales de réplica q_i (q_1 a q_{11}) del piloto por las señales piloto recibidas p_i (p_1 a p_{11}) para cada subportadora y, después de eso, la unidad de IDFT 54, la unidad de separación de correlación 55 y la unidad de DFT 56 realizan el procesamiento de la misma forma

que se muestra en la figura 6 para generar los valores de estimación de canal h1 a h11 para el usuario 1. Por otro lado, la unidad de multiplicación de señales de réplica 53' para el usuario 2 multiplica las señales de réplica qi (q1 a q11) del piloto con las señales piloto recibidas pi (p2 a p12) para cada subportadora y, después de eso, la unidad de IDFT 54', la unidad de separación de correlación 55' y la unidad de DFT 56' realizan el mismo procesamiento que se realizó para el usuario 1 para generar los valores de estimación de canal h2 a h12 para el usuario 2.

(c) Tercer proceso de generación de piloto y proceso de estimación de canal

En el primer proceso de estimación de canal que se ha descrito anteriormente, la unidad de separación de correlación 55 separa las componentes de piloto para el usuario 1 y las componentes de piloto para el usuario 2, no obstante, tal como se muestra en la figura 10, cuando dos bloques de piloto se incluyen en una trama, por ejemplo, estos pueden separarse tal como se explica en lo sucesivo. La figura 11 es un dibujo que explica el método de separación de pilotos, en el que (A) muestra las subportadoras de datos para el usuario 1 y el usuario 2.

Tal como se muestra en (B) y (C) de la figura 11, cada una de las componentes de subportadora del primer piloto 1 (= DFT {ZC_k(n - c1)}) y el piloto 2 (= DFT {ZC_k(n - c2 + s(k, d, L))}), del usuario 1 y el usuario 2 se multiplican por +1 y se transmiten, entonces tal como se muestra en (D) y (E), y cada una de las componentes de subportadora del siguiente piloto 1 y el piloto 2 se multiplican por +1 y -1, respectivamente, y se transmiten.

Al hacer esto, el lado de recepción en primer lugar recibe la siguiente señal piloto multiplexada

$$DFT\{ZC_k(n - c1)\} \times (+1) + DFT\{ZC_k(n - c2 + s(k, d, L))\} \times (+1),$$

entonces recibe, a continuación, la señal piloto multiplexada

$$DFT\{ZC_k(n - c1)\} \times (+1) + DFT\{ZC_k(n - c2 + s(k, d, L))\} \times (-1).$$

Por lo tanto, con el fin de que el lado de recepción genere los pilotos para el usuario 1, la siguiente señal piloto multiplexada puede añadirse a la primera señal piloto multiplexada. Dicho de otra forma, las polaridades de los pilotos 2 son diferentes, de tal modo que mediante la adición de las señales, los pilotos 2 se anulan, y solo el piloto 1 permanece. Además, con el fin de que el lado de recepción genere los pilotos para el usuario 2, la siguiente señal piloto multiplexada puede sustraerse con respecto a la primera señal piloto multiplexada. Dicho de otra forma, las polaridades de los pilotos 1 son las mismas, de tal modo que mediante la sustracción de las señales, los pilotos 1 se anulan y solo el piloto 2 permanece.

La figura 12 es un dibujo que explica el proceso de estimación de canal en el lado de recepción. El piloto 1 y el piloto 2 que se transmiten a partir del usuario 1 y el usuario 2, respectivamente (véanse (B), (C), (D) y (E) de la figura 11) se multiplexan en el aire para volverse las componentes de subportadora (p1 a p12) de las frecuencias de subportadora f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, ..., f_{i+11} y se introducen en la unidad de estimación de canal.

Una unidad de adición de subportadora inter-bloque 61 recibe y guarda la primera señal piloto recibida. A continuación, cuando se generan los pilotos para el usuario 1, la unidad de adición de subportadora inter-bloque 61, después de recibir la segunda señal piloto recibida, añade las señales piloto recibidas primera y segunda para cada subportadora para generar las componentes de subportadora p1 a p11 para las frecuencias de subportadora f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, ..., f_{i+10} del piloto 1. La unidad de multiplicación de señales de réplica 53 para el usuario 1 multiplica las señales de réplica qi (q1 a q11) del piloto por las señales piloto recibidas pi (p1 a p11) para cada subportadora y, después de eso, la unidad de IDFT 54, la unidad de separación de correlación 55 y la unidad de DFT 56 realizan el mismo procesamiento que se muestra en la figura 6 para generar los valores de estimación de canal h1 a h11 para el usuario 1.

Por otro lado, cuando se generan los pilotos para el usuario 2, la unidad de adición de subportadora inter-bloque 61 sustrae las señales piloto primera y segunda para cada subportadora, para generar las componentes de subportadora P2 a p12 de las frecuencias de subportadora f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, ..., f_{i+11} del piloto 2. La unidad de multiplicación de señales de réplica 53' para el usuario 2 multiplica las señales de réplica qi (q1 a q11) del piloto por las señales piloto recibidas pi (p2 a p12) para cada subportadora y, después de eso, la unidad de IDFT 54', la unidad de separación de correlación 55' y la unidad de DFT 56' realizan el mismo procesamiento que se realizó para el usuario 1 para generar los valores de estimación de canal h2 a h12 para el usuario 2.

El caso en el que el número de bloques de piloto es dos se explicó anteriormente, no obstante, este tercer proceso de generación de piloto y proceso de estimación de canal también pueden aplicarse en el caso en el que hay un número par de bloques de piloto. En ese caso, la estación base indica a un determinado terminal de usuario que multiplique las señales piloto de la totalidad de los bloques por +1, e indica a otros terminales de usuario que multipliquen la mitad de las señales piloto por +1 y que multipliquen la mitad restante de las señales piloto por -1. Asimismo, cuando la estación base recibe unas señales piloto multiplexadas que se han transmitido a partir de cada uno de los terminales de usuario, la estación base realiza un proceso de cálculo de adición o de sustracción sobre las señales piloto para la totalidad de los bloques de tal modo que solo permanece la señal piloto a partir de un terminal de usuario especificado (el terminal de usuario 1 o 2), a continuación multiplica el resultado del cálculo por la réplica de la señal piloto, convierte el resultado de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del

tiempo, después de lo cual esta separa entre sí la porción de señal del terminal de usuario con respecto a esa señal en el dominio del tiempo y realiza la estimación de canal.

(B) Estación móvil

5 La figura 13 es un dibujo que muestra la construcción de una estación móvil.
 En el caso en el que se generan unos datos de transmisión de enlace ascendente, la estación móvil (el terminal de usuario) envía una solicitud a la estación base para asignar recursos y, de acuerdo con esa solicitud, la estación base asigna los recursos basándose en la condición del trayecto de propagación de la estación móvil e informa a la estación móvil de la información de asignación de recursos. Una unidad de comunicación de radio 21 de la estación móvil convierte una señal de radio que se recibe a partir de la estación base en una señal de banda de base e introduce la señal de banda de base en una unidad de procesamiento de banda de base 22. La unidad de procesamiento de banda de base 22 separa entre sí los datos y otra información de control con respecto a esa señal recibida, así como separa entre sí la información de asignación de recursos e introduce esa información de asignación de recursos en una unidad de gestión de recursos de transmisión 23. Además de la banda de frecuencia de transmisión, el sincronismo, el método de modulación y similares de los datos, la información de asignación de recursos incluye la banda de frecuencia de transmisión del piloto, el número de secuencias k y la longitud de secuencia L de la secuencia de CAZAC que se usa como el piloto, la cantidad de desplazamiento cíclico, la cantidad de desviación de frecuencia d , etc. La unidad de gestión de recursos de transmisión 23 introduce la información necesaria para la transmisión de la información de control en una unidad de procesamiento de datos 24, e introduce la información necesaria para generar y transmitir un piloto en una unidad de generación de piloto 25. Basándose en la información introducida, la unidad de procesamiento de datos 24 realiza la modulación de datos y el procesamiento de transmisión de única portadora sobre los datos y la información de control y emite el resultado y, de acuerdo con una instrucción a partir de la unidad de gestión de recursos de transmisión 23, la unidad de generación de piloto 25 realiza el procesamiento tal como la generación de una secuencia de CAZAC, un desplazamiento cíclico, una desviación de frecuencia y similares para generar un piloto, después de lo cual una unidad de generación de trama 26, tal como se muestra por ejemplo en la figura 10, realiza una multiplexación por división en el tiempo de seis bloques de datos y dos bloques de piloto para generar una trama, y la unidad de comunicación de radio 21 transmite esa trama a la estación base.

30 La figura 14 es un dibujo que muestra la construcción de la unidad de generación de piloto 25, y muestra la construcción en el caso en el que los pilotos se generan de acuerdo con el primer proceso de generación de piloto que se explica usando la figura 3, en la que (A) muestra el caso en el que un desplazamiento cíclico se realiza antes de la DFT, y (B) muestra el caso en el que un desplazamiento cíclico se realiza después de la IFFT.
 35 En (A) de la figura 14, la unidad de gestión de recursos de transmisión 23 introduce los parámetros (el número de secuencias de CAZAC, la longitud de secuencia, la cantidad de desplazamiento cíclico y la desviación de frecuencia) que se incluyen en la información de asignación de recursos recibida a partir de la estación base y que son necesarios para generar y transmitir los pilotos a las unidades respectivas. La unidad de generación de secuencia de CAZAC 11 genera una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene la longitud de secuencia L indicada y el número de secuencias k como un piloto, y la unidad de desplazamiento cíclico 12 realiza un desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ en la cantidad de muestra de c indicada e introduce la secuencia obtenida $ZC_k(n - c)$ en la unidad de DFT 13. Por ejemplo, para el piloto 1 que se muestra en (B) de la figura 3, la unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza $ZC_k(n)$ solo en la cantidad $c1$ para generar $ZC_k(n - c1)$ y, para el piloto 2, desplaza $ZC_k(n)$ solo en la cantidad $c2 - s(k, d, L)$ para generar $ZC_k(n - c2 + s(k, d, L))$ e introduce los resultados en la unidad de DFT 13. La unidad de DFT de tamaño N_{TX} ($N_{TX} = L$) 13 realiza el procesamiento de DFT sobre el piloto de entrada $ZC_k(n - c)$ para generar un piloto en el dominio de la frecuencia $DFT\{ZC_k(n - c)\}$. Basándose en la cantidad indicada de desviación de frecuencia, la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 controla la posición de establecimiento de correspondencia del piloto y realiza una desviación de frecuencia, y la unidad de IFFT de tamaño N_{FFT} ($N_{FFT} = 128$) 15 realiza el procesamiento de IFFT sobre las componentes de subportadora de entrada y convierte la señal en una señal en el dominio del tiempo, a continuación introduce esa señal en la unidad de generación de trama 26.

En la figura 14, (B) muestra la construcción de una unidad de generación de piloto 25 para el caso en el que el desplazamiento cíclico se realiza después de la IFFT, en el que mediante la realización de un desplazamiento cíclico una cantidad de $c \times N_{FFT} / N_{TX}$ muestras, la unidad de desplazamiento cíclico 12 es capaz de obtener el mismo resultado que en el caso que se muestra en (A) de la figura 14.

(C) Estación base

60 La figura 15 es un dibujo que muestra la construcción de una estación base.
 Cuando se generan unos datos de transmisión de enlace ascendente, una estación móvil (el terminal de usuario) ejecuta un procedimiento para establecer un enlace de comunicación con la estación base, y en este procedimiento transmite la condición del trayecto de propagación a la estación base. Dicho de otra forma, la estación móvil recibe un piloto común que se transmitió a partir de la estación base y realiza la medición de radio (medición de SIR o de SNR), a continuación notifica los resultados de esa medición de radio a la estación base como la condición del trayecto de propagación. Por ejemplo, la estación base divide la banda de transmisión en una pluralidad de bandas de frecuencia de transmisión, y transmite los pilotos comunes para cada banda de frecuencia de transmisión, a

continuación la estación móvil realiza la medición de radio para cada banda de frecuencia de transmisión y envía el resultado de la medición a la estación base. Después de recibir una solicitud de asignación de recursos, junto con la obtención de la condición del trayecto de propagación a partir de la estación móvil, la estación base asigna los recursos basándose en la condición de trayecto de propagación a partir de la estación móvil, y envía la información de asignación de recursos a la estación móvil.

La unidad de comunicación de radio 31 convierte una señal de radio que se recibe a partir de la estación móvil en una señal de banda de base; una unidad de separación 32 separa entre sí los datos / la información de control y los pilotos, a continuación introduce los datos / la información de control en la unidad de procesamiento de datos 33, e introduce los pilotos en la unidad de estimación de canal 34. La unidad de procesamiento de datos 33 y la unidad de estimación de canal 34 comprenden la construcción de igualación de frecuencia que se muestra en la figura 24.

La unidad de procesamiento de datos 33 desmodula la información de condición de trayecto de propagación que se transmitió a partir de la estación móvil en el momento en el que se estableció el enlace de comunicación, e introduce esa información en la unidad de gestión de recursos de enlace ascendente 35. La unidad de gestión de recursos de enlace ascendente 35 asigna los recursos basándose en la condición de trayecto de propagación, a continuación crea la información de asignación de recursos e introduce esa información en la unidad de procesamiento de banda de base de señal de enlace descendente 36. Además de la banda de frecuencia de transmisión, el sincronismo, el método de modulación y similares de los datos, la información de asignación de recursos incluye el número de secuencias k y la longitud de secuencia L de la secuencia de CAZAC que se usa como un piloto, la cantidad de desplazamiento cíclico, la cantidad de desviación de frecuencia d , etc. La unidad de procesamiento de banda de base de señal de enlace descendente 36 realiza una multiplexación por división en el tiempo de los datos, la información de control y la información de asignación de recursos, y transmite la señal resultante a partir de la unidad de comunicación de radio 31.

Después de recibir la información de asignación de recursos, la estación móvil realiza el procesamiento tal como se explica en la figura 13 y la figura 14, y transmite una trama que comprende unos datos y unos pilotos.

La unidad de estimación de canal 34 usa los pilotos que se separaron entre sí y se introdujeron mediante la unidad de separación 32 para realizar un primer proceso de estimación de canal tal como se explicó usando la figura 6, a continuación introduce los valores de estimación de canal en la unidad de procesamiento de datos 33. La unidad de procesamiento de datos 33 realiza la compensación de canal basándose en los valores de estimación de canal y, basándose en los resultados de compensación de canal, desmodula los datos. La unidad de gestión de recursos de enlace ascendente 35 comprende una unidad de cálculo de cantidad de desplazamiento cíclico 35a y una unidad de instrucción de información de asignación de enlace 35b.

La figura 16 es un dibujo que muestra la construcción de la unidad de estimación de canal 34, en la que los mismos números de referencia se dan a unas partes que son las mismas que las que se muestran en la figura 6.

La unidad de DFT 51 realiza el procesamiento de DFT sobre una señal piloto que se introduce a partir de la unidad de separación y convierte la señal en una señal piloto en el dominio de la frecuencia (las componentes de subportadora $p1$ a $p12$). La unidad de adición de subportadora 52 añade las componentes de subportadora $p12$ y $p1$ que no se solapan entre sí, y designa el resultado de la adición como la nueva componente de subportadora $p1$ de la frecuencia de subportadora $f1$.

La unidad de multiplicación de señales de réplica 53 multiplica las señales de réplica q_i del piloto con las señales piloto recibidas p_i para cada subportadora, y la unidad de IDFT 54 realiza el procesamiento de IDFT sobre el resultado de la multiplicación de réplicas para emitir una señal piloto en el dominio del tiempo. La unidad de extracción de perfil 55 separa entre sí la señal de salida de IDFT en $t = (c1 + c2) / 2$ y, cuando la señal es una señal recibida a partir del usuario 1, selecciona el perfil PRF1 (véase la figura 6), a continuación la unidad de DFT 56 realiza el procesamiento de DFT sobre ese perfil PRF1 y emite los valores de estimación de canal $h1$ a $h11$. Por otro lado, cuando la señal es una señal recibida a partir del usuario 2, la unidad de extracción de perfil 55 selecciona el perfil PRF2, a continuación la unidad de DFT 56 realiza el procesamiento de DFT sobre ese perfil PRF2 y emite los valores de estimación de canal $h2$ a $h12$.

(D) Segunda unidad de generación de piloto y unidad de estimación de canal

(A) de la figura 17 es un dibujo que muestra la construcción de una unidad de generación de piloto que realiza el segundo proceso de generación de piloto que se explicó usando la figura 7, en la que los mismos números de referencia se dan a unas partes que son las mismas que las de la unidad de generación de piloto que se muestra en (A) de la figura 14. Esta unidad de generación de piloto difiere en que se realizan dos operaciones, el establecimiento de correspondencia de subportadoras que se realiza por la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 basándose en la cantidad de desviación de frecuencia d , y la copia de las componentes de piloto de las subportadoras especificadas; la otra operación es la misma.

La unidad de generación de secuencia de CAZAC 11 genera una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud de secuencia L indicada y un número de secuencias k como un piloto, y la unidad de desplazamiento cíclico 12 realiza un desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ una cantidad especificada de c muestras, a continuación introduce la secuencia obtenida $ZC_k(n - c)$ en la unidad de DFT 13. Por ejemplo, en el caso del piloto 1 para el usuario 1 tal como se muestra en (B) de la figura 7, la unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza $ZC_k(n)$ en la cantidad $c1$ para generar $ZC_k(n - c1)$ y, en el caso del piloto 2 para el usuario 2, la unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza $ZC_k(n)$ en la cantidad $c2 - s(k, d, L)$ para generar $ZC_k(n - c2 + s(k, d, L))$, e introduce los

resultados en la unidad de DFT 13. La unidad de DFT de tamaño N_{TX} ($N_{TX} = L$) 13 realiza el procesamiento de DFT sobre el piloto $ZC_k(n - c)$ para generar un piloto en el dominio de la frecuencia $DFT\{ZC_k(n - c)\}$.

La unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 realiza el establecimiento de correspondencia de subportadoras basándose en la información de copia y la información de desviación de frecuencia que se especificó a partir de la unidad de gestión de recursos de transmisión 23. Por ejemplo, para el piloto 1 del usuario 1 que se muestra en (B) de la figura 7, la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 realiza el proceso de establecimiento de correspondencia de subportadoras que se muestra en (A) de la figura 8 y, para el piloto 2 del usuario 2 que se muestra en (C) de la figura 7, la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 realiza el establecimiento de correspondencia de subportadoras que se muestra en (B) de la figura 8. La unidad de IFFT de tamaño N_{FFT} (por ejemplo, $N_{FFT} = 128$) 15 realiza el procesamiento de IFFT sobre las componentes de subportadora que se introducen para convertir la señal en una señal piloto en el dominio del tiempo, e introduce el resultado en la unidad de generación de trama 26.

(B) de la figura 17 es un dibujo que muestra la construcción de una unidad de estimación de canal 34 que realiza el segundo proceso de estimación de canal que se explicó usando la figura 9, en la que los mismos números de referencia se dan a unas partes que son las mismas que las de la unidad de estimación de canal que se muestra en la figura 16. Esta unidad de estimación de canal 34 difiere en que la unidad de adición de subportadora 52 se ha eliminado, y existe un proceso de multiplicación predeterminado que se realiza por una unidad de multiplicación de señales de réplica 53

Además de realizar el procesamiento de DFT sobre la señal piloto que se introduce a partir de la unidad de separación 32, la unidad de DFT 51 convierte la señal en una señal piloto en el dominio de la frecuencia (las componentes de subportadora $p1$ a $p12$). En el caso del piloto 1 a partir del usuario 1, la unidad de multiplicación de señales de réplica 53 multiplica las componentes $p1$ a $p11$ de las subportadoras $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+10}$ del piloto recibido que se emite a partir de la unidad de DFT 51 con las señales de réplica $q1$ a $q11$ y, en el caso del piloto 2 a partir del usuario 2, multiplica las componentes $p2$ a $p12$ de las subportadoras $f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+11}$ del piloto recibido que se emite a partir de la unidad de DFT 51 con las señales de réplica.

Después de eso, la unidad de IDFT 54 realiza el procesamiento de IDFT sobre el resultado de la multiplicación de réplicas y emite un perfil de retardo en el dominio del tiempo. La unidad de extracción de perfil 55 separa entre sí la señal de salida de IDFT en $t = (c1 + c2) / 2$ y, en el caso de una señal piloto a partir del usuario 1, selecciona el perfil PRF1 (véase la figura 6), a continuación la unidad de DFT 56 realiza el procesamiento de DFT sobre ese perfil PRF1 y emite los valores de estimación de canal $h1$ a $h11$. Por otro lado, en el caso de una señal recibida a partir del usuario 2, la unidad de extracción de perfil 55 selecciona el perfil PRF2, a continuación la unidad de DFT 56 realiza el procesamiento de DFT sobre el perfil PRF2 y emite los valores de estimación de canal $h2$ a $h12$.

(E) Tercera unidad de generación de piloto y unidad de estimación de canal

(A) de la figura 18 es un dibujo que muestra la construcción de una unidad de generación de piloto que realiza el tercer proceso de generación de piloto que se explicó usando la figura 11, en la que los mismos números de referencia se dan a unas partes que son las mismas que las de la unidad de generación de piloto que se muestra en (A) de la figura 14. Esta unidad de generación de piloto difiere en que se ha añadido una unidad de asignación de polaridad 61; la otra operación es la misma.

La unidad de generación de secuencia de CAZAC 11 genera una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud de secuencia L especificada y un número de secuencias k como un piloto, y la unidad de desplazamiento cíclico 12 realiza un desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ en una cantidad especificada de c muestras, a continuación introduce la secuencia obtenida $ZC_k(n - c)$ en la unidad de DFT 13. Por ejemplo, en el caso del piloto 1 para el usuario 1 que se muestra en (B) y (D) de la figura 11, la unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza $ZC_k(n)$ solo en la cantidad $c1$ para generar $ZC_k(n - c1)$ y, en el caso del piloto 2 para el usuario 2, la unidad de desplazamiento cíclico 12 desplaza $ZC_k(n)$ solo en la cantidad $c2 - s(k, d, L)$ para generar $ZC_k(n - c2 + s(k, d, L))$, e introduce el resultado en la unidad de DFT 13. Una unidad de DFT de tamaño N_{TX} ($N_{TX} = L$) 13 realiza el procesamiento de DFT sobre el piloto de entrada $ZC_k(n - c)$ para generar un piloto en el dominio de la frecuencia $DFT\{ZC_k(n - c)\}$.

La unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 realiza el establecimiento de correspondencia de subportadoras basándose en la información de desviación de frecuencia que se especifica a partir de la unidad de gestión de recursos de transmisión 23. La unidad de acoplamiento de polaridad 61 acopla la polaridad que se especificó a partir de la unidad de gestión de recursos de transmisión 23 a la salida a partir de la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14, e introduce el resultado en la unidad de IFFT 15. Por ejemplo, en el caso del piloto 1 para el usuario 1, una polaridad de +1 se especifica para los bloques de piloto primero y segundo (véanse (B) y (D) de la figura 11), y la unidad de acoplamiento de polaridad 61 multiplica la totalidad de las componentes de portadora que se emiten a partir de la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 por +1 e introduce el resultado en la unidad de IFFT 15. Asimismo, en el caso del piloto 2 para el usuario 2, la polaridad de +1 se especifica para el primer bloque de piloto, y -1 se especifica para el segundo bloque de piloto (véanse (C) y (E) de la figura 11), de tal modo que la unidad de acoplamiento de polaridad 61 multiplica la totalidad de las componentes de portadora que se emiten a partir de la unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 por +1 para el primer bloque de piloto, e introduce el

resultado en la unidad de IFFT 15, y por -1 para el segundo bloque de piloto, e introduce el resultado en la unidad de IFFT 15.

La unidad de IFFT de tamaño N_{FFT} ($N_{\text{FFT}} = 128$) 15 realiza el procesamiento de IFFT sobre las componentes de subportadora de entrada para convertir la señal en una señal piloto en el dominio del tiempo, a continuación introduce el resultado en la unidad de generación de trama 26.

(B) de la figura 18 es un dibujo que muestra la construcción de una unidad de estimación de canal 34 que realiza el tercer proceso de estimación de canal que se explicó usando la figura 12, en la que los mismos números de referencia se dan a unas partes que son las mismas que las de la unidad de estimación de canal que se muestra en la figura 16. Esta unidad de estimación de canal difiere en que se proporciona una unidad de adición de subportadora inter-bloque 62 en lugar de una unidad de adición de subportadora 52.

Además de realizar el procesamiento de DFT sobre la señal piloto del primer bloque de piloto que se introduce a partir de la unidad de separación 32, la unidad de DFT 51 convierte la señal en una señal piloto en el dominio de la frecuencia (las componentes de subportadora p1 a p12), y la unidad de adición de subportadora inter-bloque 62 guarda esa señal piloto (las componentes de subportadora p1 a p12) en una memoria interna. Después de eso, además de realizar el procesamiento de DFT sobre la señal piloto del segundo bloque de piloto que se introduce a partir de la unidad de separación 32, la unidad de DFT 51 convierte la señal en una señal piloto en el dominio de la frecuencia (las componentes de subportadora p1 a p12), e introduce esa señal en la unidad de adición de subportadora inter-bloque 62.

Cuando se recibe un piloto 1 a partir del usuario 1, la unidad de adición de subportadora inter-bloque 62 añade la señal piloto (las componentes de subportadora p1 a p12) del primer bloque de piloto guardado y la señal piloto (las componentes de subportadora p1 a p12) del segundo bloque de piloto para cada subportadora. Al hacer lo anterior, se eliminan las componentes de señal piloto multiplexada a partir de otro usuario (por ejemplo, el usuario 2). Además, cuando se recibe un piloto 2 a partir del usuario 2, la unidad de adición de subportadora inter-bloque 62 sustrae la señal piloto (las componentes de subportadora p1 a p12) del segundo bloque de piloto con respecto a la señal piloto (las componentes de subportadora p1 a p12) del primer bloque de piloto guardado para cada subportadora. Al hacer lo anterior, se eliminan las componentes de señal piloto multiplexada a partir de otro usuario (por ejemplo, el usuario 1).

Cuando se recibe un piloto 1 a partir del usuario 1, la unidad de multiplicación de señales de réplica 53 multiplica las componentes p1 a p11 de las subportadoras $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+10}$ del piloto recibido que se emite a partir de la unidad de adición de subportadora inter-bloque 62 con las señales de réplica q1 a q11 y, cuando se recibe un piloto 2 a partir del usuario 2, multiplica las componentes p2 a p12 de las subportadoras $f_{i+1}, f_{i+2}, f_{i+3}, \dots, f_{i+11}$ del piloto recibido que se emite a partir de la unidad de adición de subportadora inter-bloque 62 con las señales de réplica q1 a q11.

Después de eso, la unidad de IDFT 54 realiza el procesamiento de IDFT sobre los resultados de la multiplicación de réplicas, y emite una señal piloto en el dominio del tiempo. La unidad de extracción de perfil 55 separa entre sí la señal de salida de IDFT en $t = (c1 + c2) / 2$ y, en el caso de una señal piloto a partir del usuario 1, selecciona el perfil PRF1 (véase la figura 6), a continuación la unidad de DFT 56 realiza el procesamiento de DFT sobre ese perfil PRF1 y emite los valores de estimación de canal h1 a h11. Por otro lado, cuando la señal recibida proviene del usuario 2, la unidad de extracción de perfil 55 selecciona el perfil PRF2, a continuación la unidad de DFT 56 realiza el procesamiento de DFT sobre ese perfil PRF2 y emite los valores de estimación de canal h2 a h12.

(F) Control adaptativo

Tal como se ha descrito anteriormente, la unidad de gestión de recursos de enlace ascendente 35 de la estación base (véase la figura 15) decide la banda de frecuencia de transmisión para los pilotos, el número de secuencias de CAZAC y la longitud de secuencia L, la cantidad de desplazamiento cíclico, la desviación de frecuencia d, y similares, basándose en la condición de trayecto de propagación de la estación móvil, e informa a la estación móvil. Además, la unidad de gestión de recursos de enlace ascendente 35 de la estación base también decide el número de multiplexación en una banda de frecuencia de transmisión basándose en la condición de trayecto de propagación de cada estación móvil.

La figura 19 es un dibujo que explica las asignaciones de frecuencia cuando el número de multiplexación es 4, en la que las primeras 12 subportadoras se asignan al usuario 1, las segundas 12 subportadoras se asignan al usuario 2, las terceras 12 subportadoras se asignan al usuario 3 y las últimas 12 subportadoras se asignan al usuario 4, y una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud de secuencia $L = 19$ se usa como el piloto para cada usuario mediante el cambio de la cantidad de desplazamiento cíclico.

La desviación de frecuencia de un piloto se decide de tal modo que la banda de transmisión de datos para cada usuario está cubierta por la banda de transmisión de piloto en la medida de lo posible. La unidad de desplazamiento cíclico 35a (véase la figura 15) calcula la cantidad de desplazamiento cíclico para cada usuario de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$c_i = c_p - s(k, d, L) \quad (9)$$

En el presente caso, i y p expresan el número de banda de transmisión de datos y el número de usuarios, respectivamente. Asimismo, $s(k, d, L)$ es la cantidad de desplazamiento cíclico para un número de secuencias k , una longitud de secuencia L y una desviación de frecuencia d , que tiene la relación dada por la siguiente ecuación.

$$k \cdot s(k, d, L) \equiv d \pmod{L} \quad (10)$$

5

En el presente caso, c_p para el usuario p -ésimo puede calcularse, por ejemplo, mediante la siguiente ecuación.

$$c_p = (p - 1) \times [L / P] \quad p=1,2,,P \quad (11)$$

10

P expresa el número de pilotos (el número de usuarios) que se multiplexan mediante un desplazamiento cíclico. En el caso que se muestra en la figura 19, las cantidades de desplazamiento cíclico c_1 a c_4 para los usuarios del 1 al 4 se vuelven tal como se muestra en lo sucesivo.

$$c_1 = 0$$

15

$$c_2 = [L/4]$$

$$c_3 = [2 \cdot L/4] - s(k, d, L)$$

20

$$c_4 = [3 \cdot L/4] - s(k, d, L)$$

Por cierto, dependiendo del método de recepción para recibir las señales piloto, las características de estimación de canal en ambos extremos de la banda de transmisión de piloto pueden ser malas, y las características de estimación de canal de la porción intermedia pueden ser buenas. Dicho de otra forma, en la banda de transmisión para las subportadoras 1 a 12 y 37 a 48 en la figura 19, la precisión de estimación de canal puede ser mala y, en la banda de transmisión para las subportadoras 13 a 24 y 25 a 36, la precisión de estimación de canal puede ser buena.

25

Por lo tanto, la parte intermedia de la banda de transmisión para las subportadoras 13 a 24 y 25 a 36 se asigna para los usuarios que tienen una mala condición de trayecto de propagación, y ambos extremos de la banda de transmisión para las subportadoras 1 a 12 y 37 a 48 se asignan a los usuarios que tienen una buena condición de trayecto de propagación. Al hacer lo anterior, no hay usuario alguno para el cual la precisión de estimación de canal sea extremadamente mala. La figura 19 muestra un ejemplo de asignación del usuario 2 y el usuario 3 a la banda de transmisión intermedia. Además, tal como se muestra en la figura 20 y la figura 21, es posible realizar un control (control de salto) de tal modo que la banda de transmisión asignada a los usuarios cambie para cada trama.

30

La figura 20 es un dibujo que explica la asignación para una trama de número impar, y la figura 21 es un dibujo que explica la asignación para una trama de número par. Tal como se muestra en la figura 20, para una trama de número impar, las subportadoras 1 a 12 y 37 a 48 en ambos extremos se asignan al usuario 1 y el usuario 4, y las subportadoras intermedias 13 a 24 y 25 a 36 se asignan al usuario 2 y el usuario 3. Asimismo, tal como se muestra en la figura 21, para una trama de número par, las subportadoras intermedias 13 a 24 y 25 a 36 se asignan al usuario 4 y el usuario 1, y las subportadoras 1 a 12 y 37 a 48 en ambos extremos se asignan al usuario 3 y el usuario 2. Una desviación de frecuencia se aplica a los pilotos del usuario 3 y el usuario 4 para una trama de número impar, y una desviación de frecuencia se aplica a los pilotos del usuario 1 y el usuario 2 para una trama de número par. Al hacer lo anterior, no hay usuario alguno para el cual la precisión de estimación de canal sea extremadamente mala.

35

40

45

La figura 22 es un dibujo que muestra la construcción de una unidad de generación de piloto cuando se realiza el control de salto, en la que los mismos números de referencia se dan a unas partes que son las mismas que las de la unidad de generación de piloto que se muestra en (A) de la figura 14. Esta unidad de generación de piloto difiere en que se ha añadido una unidad de control de conmutación de desviación de frecuencia 71; la otra operación es la misma.

50

La unidad de generación de secuencia de CAZAC 11 genera una secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ que tiene una longitud de secuencia L especificada y un número de secuencias k como un piloto, y una unidad de desplazamiento cíclico 12 realiza un desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$ en una cantidad especificada de c muestras, a continuación introduce la secuencia obtenida $ZC_k(n - c)$ en la unidad de DFT 13. La unidad de DFT de tamaño N_{TX} ($N_{TX} = L$) 13 realiza el procesamiento de DFT sobre el piloto de entrada $ZC_k(n - c)$ para generar un piloto en el dominio de la frecuencia $DFT\{ZC_k(n - c)\}$. La unidad de control de conmutación de desviación de frecuencia 71 decide si realizar o no una desviación de frecuencia basándose en la cantidad de desviación de frecuencia d y el patrón de salto que se especifican a partir de la unidad de gestión de recursos de transmisión 23. La unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora 14 realiza el establecimiento de correspondencia de

55

subportadoras de acuerdo con si se realiza o no una desviación de frecuencia. La unidad de IFFT de tamaño N_{FFT} ($N_{\text{FFT}} = 128$) 15 realiza el procesamiento de IDFT sobre las componentes de subportadora de entrada para convertir la señal en una señal piloto en el dominio del tiempo, e introduce el resultado en la unidad de generación de trama 26.

- 5
- Efecto de la invención
- 10
- Con la presente invención que se ha descrito anteriormente, es posible realizar la estimación de canal de las subportadoras de transmisión de datos que se desvían con respecto a la banda de frecuencia de transmisión de piloto con una buena precisión.
- Además, con la presente invención, es posible realizar la estimación de canal de las subportadoras de transmisión de datos que se asignan a los usuarios incluso cuando un desplazamiento cíclico de diferentes cantidades se realiza sobre una secuencia especificada (por ejemplo la secuencia de CAZAC $ZC_k(n)$) como el piloto para usuarios que se multiplexará.
- 15
- Además, con la presente invención, es posible realizar la estimación de canal mediante la separación entre sí de los pilotos de cada usuario mediante un método simple, incluso cuando un desplazamiento cíclico de diferentes cantidades se realiza sobre una secuencia especificada como el piloto para usuarios que se multiplexará.
- Además, con la presente invención, mediante la asignación de la porción intermedia de la banda de transmisión de piloto a los usuarios cuya condición de trayecto de propagación es mala, es posible mejorar la precisión de la estimación de canal de las subportadoras de transmisión de datos de un usuario, incluso a pesar de que la condición de trayecto de propagación de ese usuario sea mala.
- 20
- Asimismo, con la presente invención, mediante la realización del salto de las bandas de transmisión de datos asignadas a los usuarios entre la porción intermedia y las porciones de extremo de la banda de transmisión de piloto, es posible mejorar la precisión de la estimación de canal de las subportadoras de transmisión de datos de un usuario, incluso a pesar de que la condición de trayecto de propagación de ese usuario sea mala.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación de radio en un sistema de comunicación de radio en el que cada uno de los terminales de usuario junto con la transmisión de una señal de datos a una estación base usando diferentes frecuencias de banda de transmisión de datos que se asignan por la estación base, realiza una multiplexación por división en el tiempo de una señal piloto con la señal de datos y transmite la señal resultante a la estación base; que comprende:
- una etapa de decidir una banda de transmisión de piloto para cada terminal de usuario de tal modo que la banda de transmisión de piloto cubre la banda de transmisión de datos del terminal de usuario mediante una desviación de frecuencia; y
- una etapa de indicar a cada terminal de usuario que transmita la señal piloto usando las frecuencias de dicha banda de transmisión de piloto decidida,
- donde una secuencia de CAZAC se usa como dicha señal piloto, y donde dicha etapa de instrucción comprende:
- una etapa de calcular una cantidad de dicha desviación de frecuencia para cada terminal de usuario, y una cantidad de desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC que se corresponde con el número de terminales de usuario que se multiplexan mediante un desplazamiento cíclico y la cantidad de la desviación de frecuencia; y
- una etapa de indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico, y que realice una desviación de frecuencia de la banda de transmisión de piloto en dicha cantidad de desviación de frecuencia.
2. El método de comunicación de radio de la reivindicación 1, que comprende:
- una etapa de añadir, cuando la estación base recibió señales piloto multiplexadas que se enviaron a partir de una pluralidad de terminales de usuario, las componentes de frecuencia de la porción de las señales piloto que no se solapan entre sí;
- una etapa de multiplicar una combinación del resultado de la adición y las señales piloto multiplexadas recibidas por una réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia; y
- una etapa de convertir los resultados de la multiplicación de réplicas en el dominio de la frecuencia en una señal en el dominio del tiempo, de separar a continuación entre sí la porción de señal de un terminal de usuario especificado con respecto a esa señal en el dominio del tiempo y de realizar la estimación de canal.
3. El método de comunicación de radio de la reivindicación 1, donde dicha etapa de instrucción comprende:
- una etapa de calcular una cantidad de dicha desviación de frecuencia para cada terminal de usuario, y una cantidad de desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC que se corresponde con el número de terminales de usuario multiplexados y la cantidad de la desviación de frecuencia; y
- una etapa de indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico, para realizar la desviación de frecuencia de la banda de transmisión de piloto en dicha cantidad de desviación de frecuencia, y para copiar la componente de frecuencia de cualquier banda de extremo en el lado opuesto de la banda de transmisión de piloto en una banda en la que la totalidad de la banda de transmisión de datos y la banda de transmisión de piloto del terminal de usuario no se solapan.
4. El método de comunicación de radio de la reivindicación 3 que comprende:
- una etapa de multiplicar, cuando la estación base recibió señales piloto multiplexadas que se transmitieron a partir de una pluralidad de terminales de usuario, las componentes de frecuencia recibidas que se corresponden con la banda de transmisión de piloto del terminal de usuario por la réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia; y
- una etapa de convertir los resultados de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del tiempo, de separar a continuación entre sí la porción de señal del terminal de usuario con respecto a esa señal en el dominio del tiempo y de realizar la estimación de canal.
5. El método de comunicación de radio de la reivindicación 1, que comprende:
- una etapa de indicar a un determinado terminal de usuario que multiplique las señales piloto de todos los bloques por +1, y de indicar a otros terminales de usuario que multipliquen la mitad de los bloques de las señales piloto por +1 y que multipliquen la mitad restante de los bloques de las señales piloto por -1 cuando hay un número par de bloques de piloto en una trama;
- una etapa de realizar una operación de cálculo de adición o de sustracción sobre las señales piloto de la totalidad de los bloques de tal modo que la señal piloto de un usuario especificado permanece cuando la estación base recibió señales piloto multiplexadas que se transmitieron a partir de una pluralidad de terminales

- de usuario;
 una etapa de multiplicar los resultados del cálculo por la réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia; y
 una etapa de convertir los resultados de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del tiempo, de separar a continuación entre sí la porción de señal de dicho terminal de usuario con respecto a esa señal en el dominio del tiempo y de realizar la estimación de canal.
- 5
6. El método de comunicación de radio de la reivindicación 1, que comprende:
- 10 una etapa de adquirir las condiciones de trayecto de propagación de los terminales de usuario; y
 una etapa de asignar, de forma preferente, una banda intermedia de la totalidad de la banda de transmisión de datos como la banda de transmisión de datos para un terminal de usuario que tiene una mala condición de trayecto de propagación, y de informar al terminal de usuario.
- 15 7. El método de comunicación de radio de la reivindicación 1, que comprende:
- una etapa de realizar un control de salto de la asignación periódica de una banda intermedia y una banda de extremo de la totalidad de la banda de transmisión de datos como las bandas de transmisión de datos para los terminales de usuario.
- 20
8. Una estación base en un sistema de comunicación de radio, en el que cada uno de los terminales de usuario junto con la transmisión de una señal de datos a una estación base usando diferentes frecuencias de banda de transmisión de datos que se asignan por la estación base, realiza una multiplexación por división en el tiempo de una señal piloto con la señal de datos y transmite la señal resultante a la estación base, que comprende:
- 25 una unidad de gestión de recursos (35) para decidir una banda de transmisión de piloto para cada terminal de usuario de tal modo que la banda de transmisión de piloto cubre la banda de transmisión de datos del terminal de usuario mediante una desviación de frecuencia, y de indicar al terminal de usuario que transmita la señal piloto usando las frecuencias de dicha banda de transmisión de piloto decidida, donde una secuencia de CAZAC se usa como dicha señal piloto, y donde dicha unidad de gestión de recursos comprende:
- 30 una unidad de cálculo de cantidad de desplazamiento cíclico (35a) para calcular una cantidad de dicha desviación de frecuencia para cada terminal de usuario, y una cantidad de desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC que se corresponde con el número de terminales de usuario que se multiplexan mediante un desplazamiento cíclico y la cantidad de la desviación de frecuencia; y
 una unidad de instrucción (35b) para, junto con indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico calculado, indicar a cada terminal de usuario que realice una desviación de frecuencia de la banda de transmisión de piloto en dicha cantidad de desviación de frecuencia.
- 35
9. La estación base de la reivindicación 8, donde
 la unidad de cálculo de cantidad de desplazamiento cíclico está adaptada además para calcular la cantidad de desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC para cada terminal de usuario de acuerdo con el número de terminales de usuario multiplexados y la desviación de frecuencia; y
 la unidad de instrucción está adaptada además para, junto con indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico calculado, indicar al terminal de usuario que mueva las componentes de subportadora de la señal piloto que se corresponden con dicha desviación de frecuencia a una banda vecina de la banda de transmisión de piloto en el lado opuesto.
- 40
10. La estación base de la reivindicación 8, donde
 dicha estación base comprende una unidad de estimación de canal (34) para realizar la estimación de canal para cada terminal de usuario; y
 donde dicha unidad de estimación de canal comprende:
- 45
- 50 una unidad de recepción para recibir unas señales piloto multiplexadas que se transmiten a partir de una pluralidad de terminales de usuario; una unidad de adición (52) para añadir las componentes de frecuencia de la porción de las señales piloto que no se solapan entre sí;
 una unidad de multiplicación de réplicas (53) para multiplicar una combinación del resultado de la adición y las señales piloto multiplexadas recibidas por una réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia;
 una unidad de conversión (54) para convertir el resultado de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del tiempo;
 una unidad de separación (55) para separar entre sí la porción de señal de cada terminal de usuario con respecto a la señal en el dominio del tiempo; y
 una unidad de estimación (56) para convertir la señal en el dominio del tiempo separada en una señal en el dominio de la frecuencia para estimar el canal de cada frecuencia.
- 55
- 60
- 65

11. La estación base de la reivindicación 8, donde
la unidad de instrucción está adaptada además para, junto con indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico, copiar la componente de frecuencia de una banda de extremo en el lado opuesto de la
5 banda de transmisión de piloto en una banda en la que la totalidad de la banda de transmisión de datos y la banda de transmisión de piloto del terminal de usuario no se solapan.
12. La estación base de la reivindicación 8, donde
la unidad de cálculo de cantidad de desplazamiento cíclico está adaptada además para calcular una cantidad de
10 desplazamiento cíclico de la secuencia de CAZAC para cada terminal de usuario de acuerdo con el número de terminales de usuario multiplexados y la desviación de frecuencia; y
la unidad de instrucción está adaptada además para, junto con indicar a cada terminal de usuario que realice un desplazamiento cíclico de dicha secuencia de CAZAC que se usa como la señal piloto en la cantidad de desplazamiento cíclico, indicar al terminal de usuario que copie las componentes de subportadora de la señal piloto
15 que se corresponde con dicha desviación de frecuencia en la banda vecina de la banda de transmisión de piloto en el lado opuesto.
13. La estación base de la reivindicación 11, donde
dicha estación base comprende una unidad de estimación de canal (34) para realizar la estimación de canal para
20 cada terminal de usuario;
y donde
dicha unidad de estimación de canal comprende:
- 25 una unidad de recepción para recibir unas señales piloto multiplexadas que se transmiten a partir de una pluralidad de terminales de usuario; una unidad de multiplicación de réplicas (53) para multiplicar las componentes de frecuencia de las señales piloto multiplexadas recibidas que se corresponden con la banda de transmisión de piloto del terminal de usuario por una réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia;
una unidad de conversión (54) para convertir los resultados de la multiplicación de réplicas en una señal en el
30 dominio del tiempo;
una unidad de separación (55) para separar entre sí la porción de señal del terminal de usuario con respecto a la señal en el dominio del tiempo; y
una unidad de estimación (56) para convertir la señal en el dominio del tiempo separada en una señal en el dominio de la frecuencia para estimar el canal de cada frecuencia.
- 35 14. La estación base de la reivindicación 8, donde
dicha estación base comprende una unidad de estimación de canal (34) para realizar la estimación de canal para cada terminal de usuario; y donde
dicha unidad de estimación de canal comprende:
- 40 una unidad de recepción para recibir unas señales piloto multiplexadas que se transmiten a partir de una pluralidad de terminales de usuario;
una unidad de sustracción / adición (62) para, cuando dicha unidad de gestión de recursos indica a un determinado terminal de usuario que multiplique las señales piloto de todos los bloques de piloto por +1 e
45 indica a otros terminales de usuario que multipliquen las señales piloto de la mitad de los bloques de piloto por +1 y que multipliquen las señales piloto de la mitad restante de los bloques de piloto por -1, realizar un proceso de cálculo de adición o de sustracción sobre las señales piloto de todos los bloques de piloto de tal modo que la señal piloto de un usuario especificado permanece;
una unidad de multiplicación de réplicas (53) para multiplicar el resultado del cálculo por una réplica de la señal piloto en un dominio de la frecuencia
50 una unidad de conversión (54) para convertir los resultados de la multiplicación de réplicas en una señal en el dominio del tiempo;
una unidad de separación (55) para separar entre sí la porción de señal del terminal de usuario especificado con respecto a la señal en el dominio del tiempo; y
una unidad de estimación (56) para convertir la señal en el dominio del tiempo separada en una señal en el
55 dominio de la frecuencia para estimar el canal de cada frecuencia.
15. La estación base de la reivindicación 8, donde
dicha unidad de gestión de recursos está adaptada además para adquirir las condiciones de propagación de los
60 terminales de usuario y para asignar, de forma preferente, una banda intermedia de la totalidad de la banda de transmisión de datos como la banda de transmisión de datos para un terminal de usuario que tiene una mala condición de trayecto de propagación, e informa a los terminales de usuario.
16. La estación base de la reivindicación 8, donde
dicha unidad de gestión de recursos está adaptada además para realizar un control de salto de la asignación
65 periódica de una banda intermedia y una banda de extremo de la totalidad de la banda de transmisión de datos como la banda de transmisión de datos para cada terminal de usuario.

17. Un terminal de usuario en un sistema de comunicación de radio, en el que cada uno de los terminales de usuario junto con la transmisión de una señal de datos a una estación base usando diferentes frecuencias de banda de transmisión de datos que se asignan por la estación base, realiza una multiplexación por división en el tiempo de una señal piloto con la señal de datos y transmite la señal resultante a la estación base, que comprende:

5 una unidad de recepción para recibir una información de recursos de enlace ascendente que incluye unas instrucciones a partir de una estación base de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 16; y una unidad de generación de piloto (25) para generar unos pilotos de acuerdo con las instrucciones en la información de recursos de enlace ascendente:

10 donde dicha unidad de generación de piloto comprende:

15 una unidad de generación de secuencia de CAZAC (11) para, basándose en la información de recursos, generar una secuencia de CAZAC que tiene una longitud de secuencia especificada y un número de secuencias como una señal piloto;

una primera unidad de conversión (13) para convertir la secuencia de CAZAC, que es una señal piloto en el dominio del tiempo, en una señal piloto en el dominio de la frecuencia;

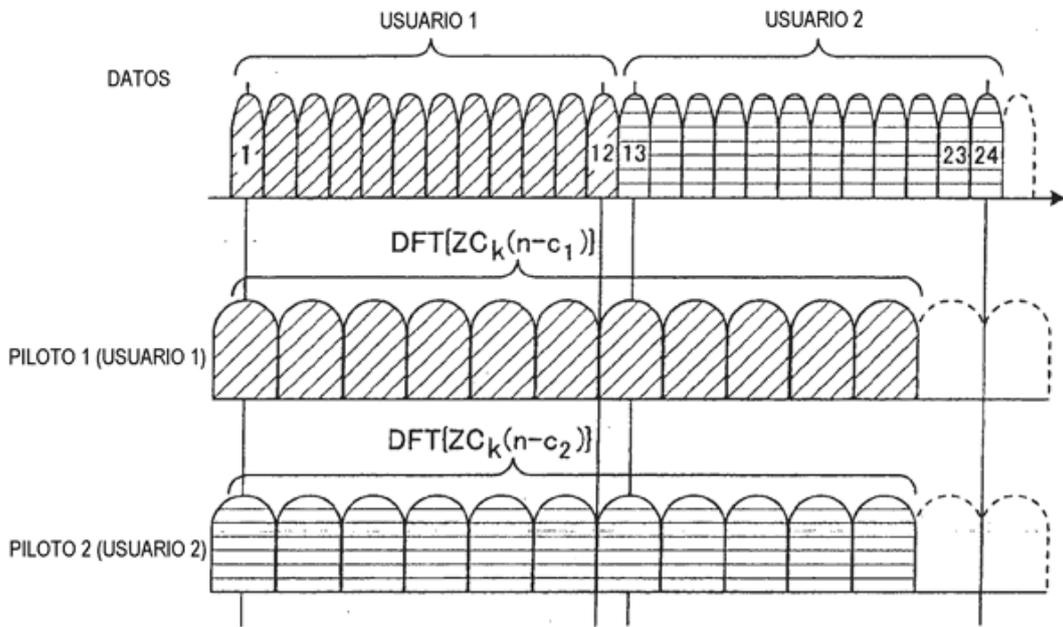
20 una unidad de establecimiento de correspondencia de subportadora (14) para realizar el establecimiento de correspondencia de las componentes de subportadora de la señal piloto basándose en la información de desviación de frecuencia que se incluye en dicha información de recursos;

una segunda unidad de conversión (15) para convertir la señal piloto con unas subportadoras con establecimiento de correspondencia en una señal en el dominio del tiempo; y

25 una unidad de desplazamiento cíclico (12) para realizar un desplazamiento cíclico sobre la secuencia de CAZAC basándose en una cantidad de desplazamiento cíclico que se incluye en dicha información de recursos o bien antes de la primera conversión o bien después de dicha segunda conversión.

FIG. 1

(A)



(B)

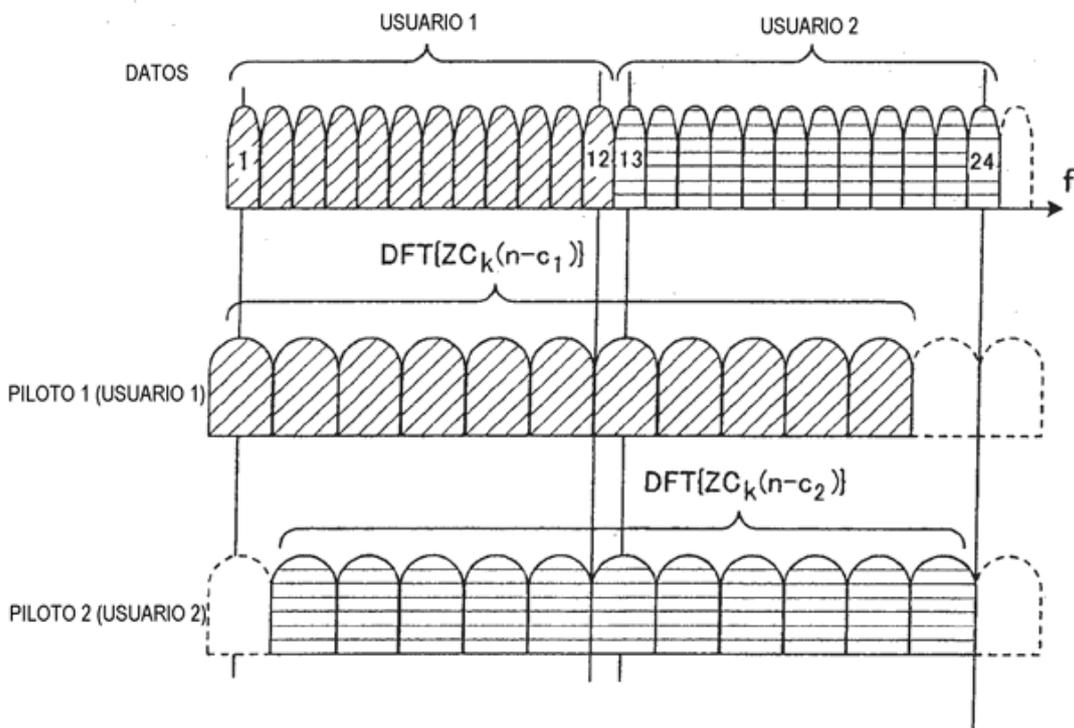


FIG. 2

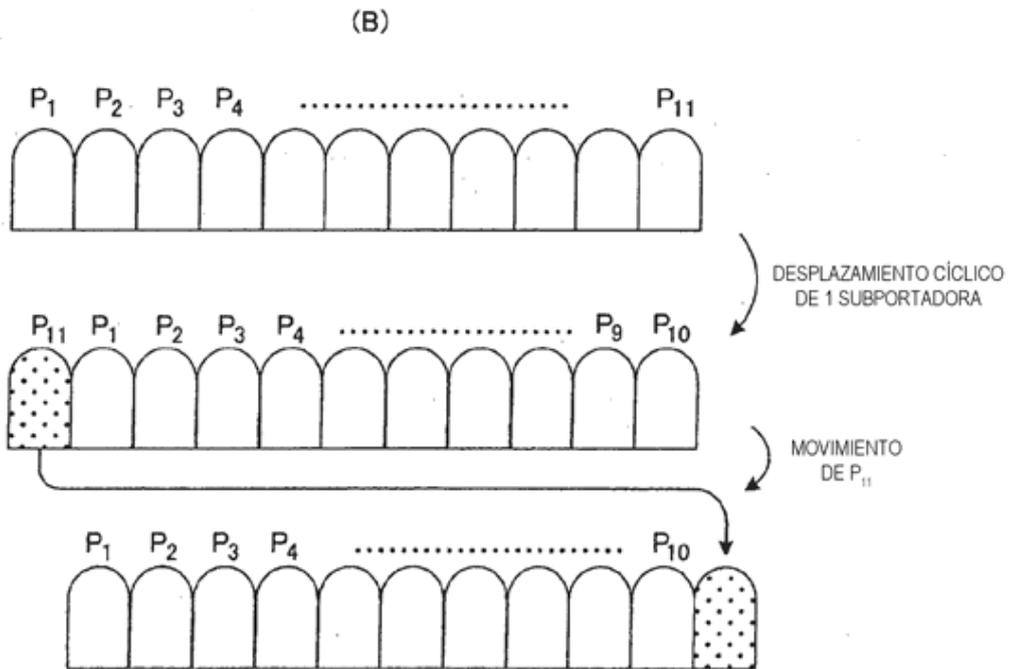
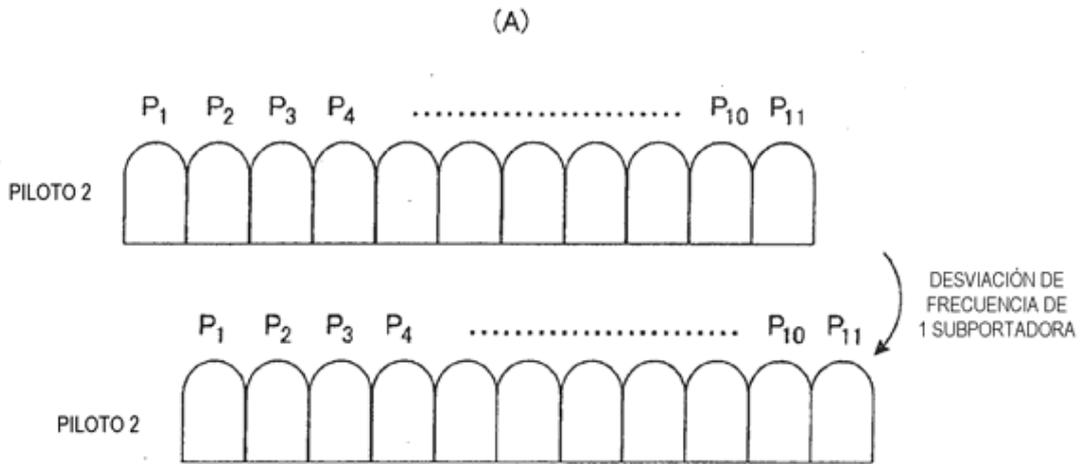


FIG. 3

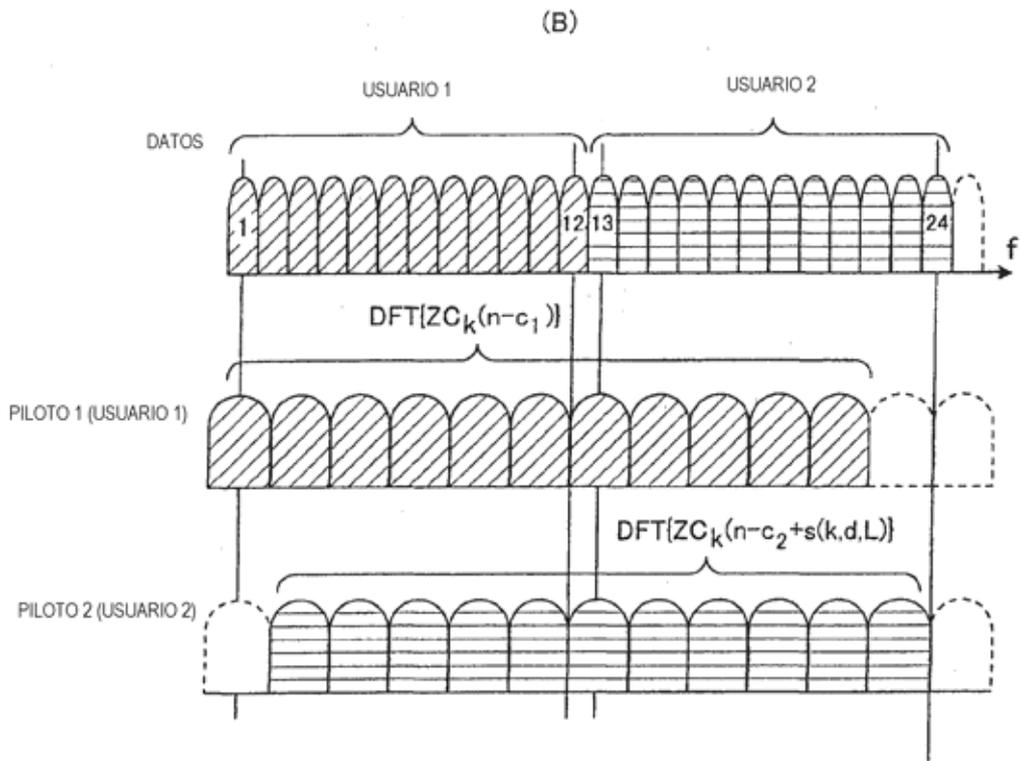
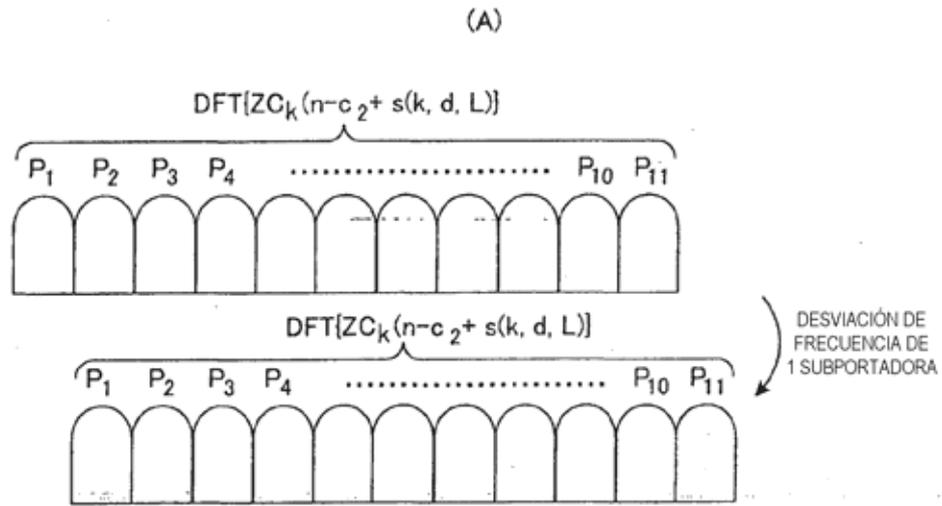


FIG. 4

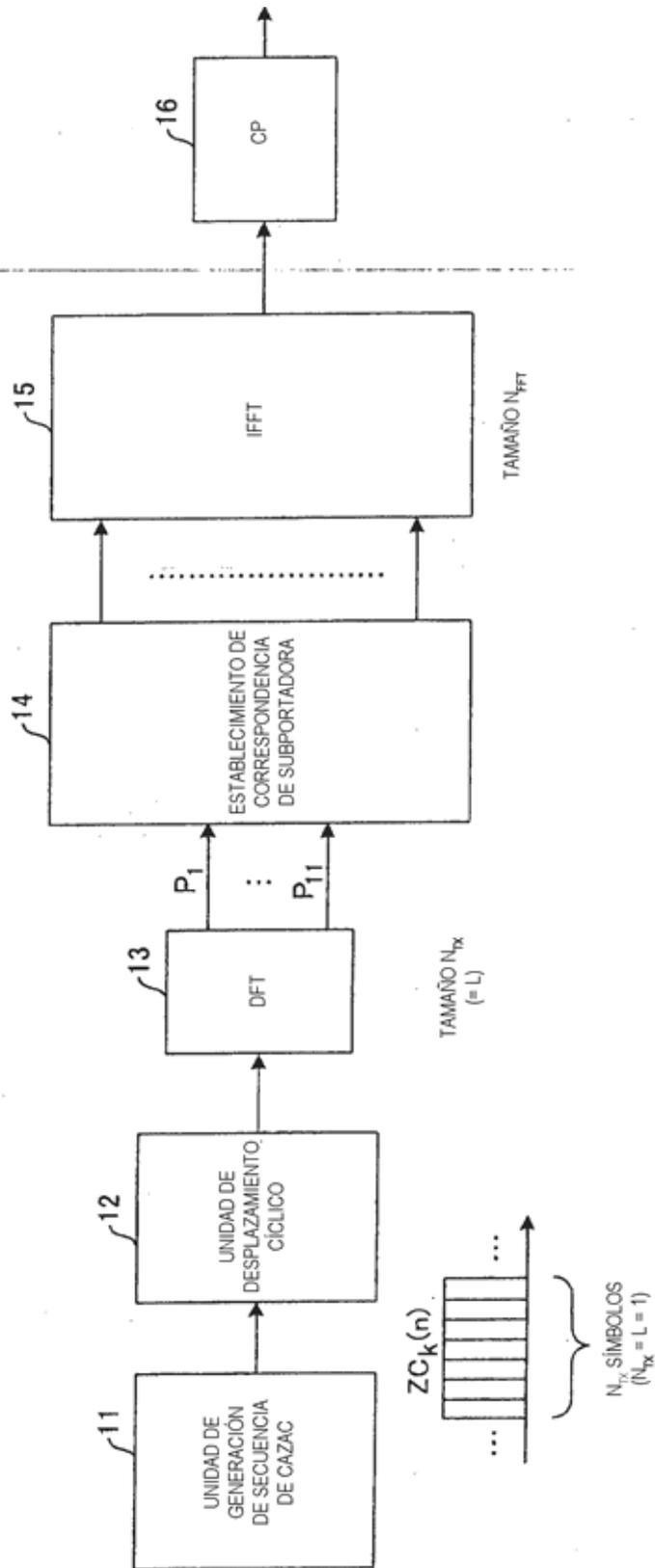


FIG. 5

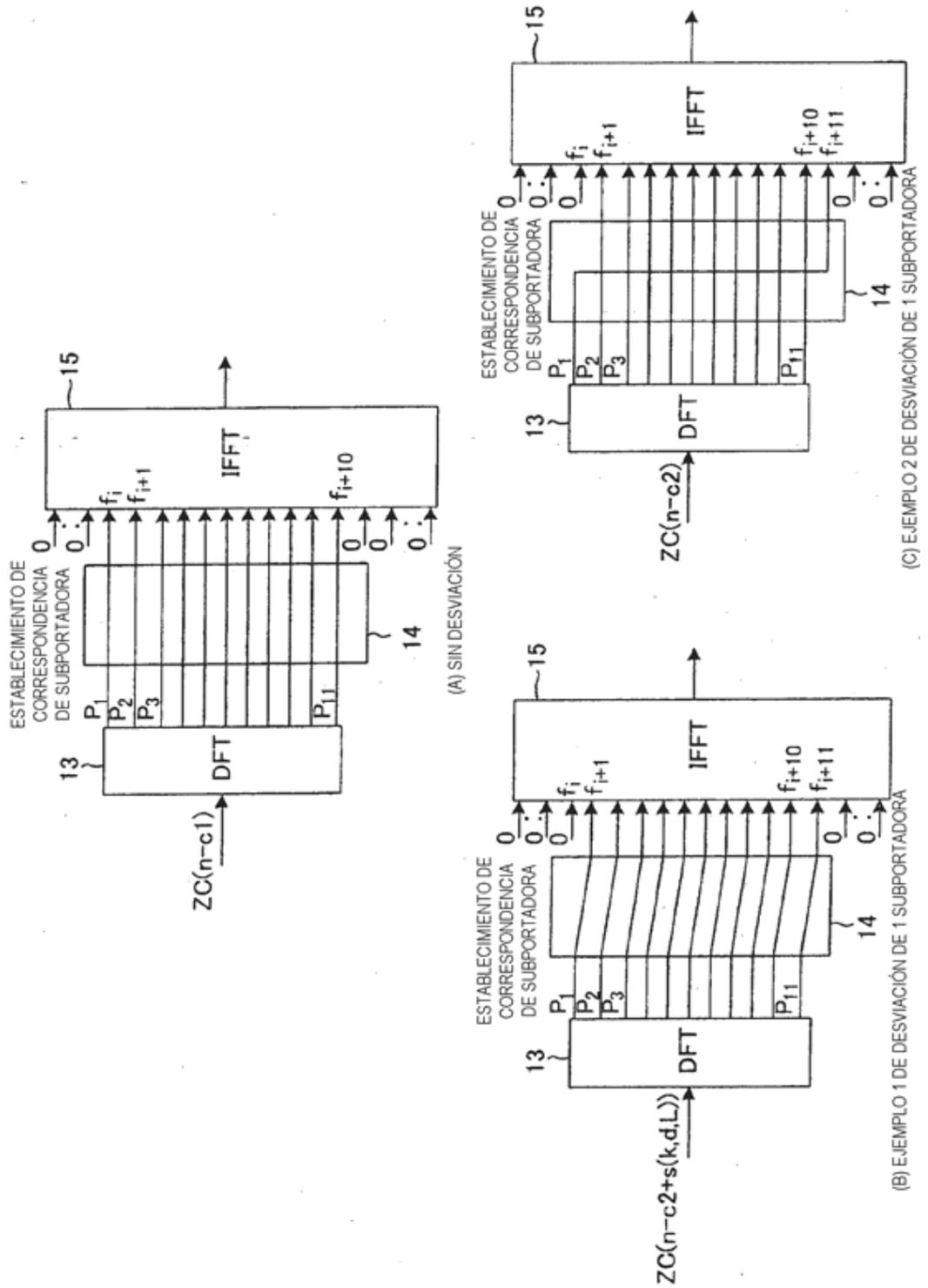


FIG. 6

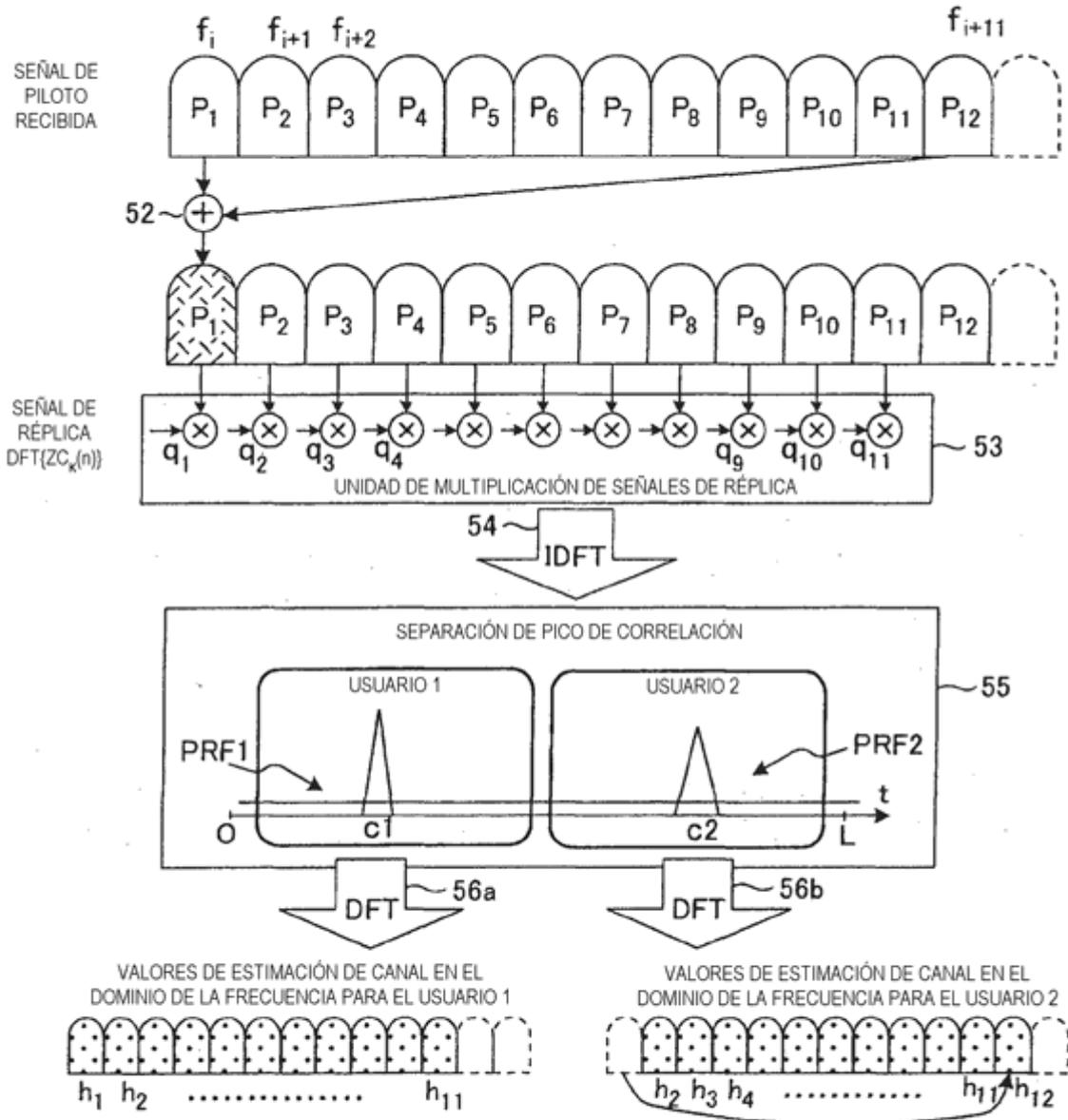


FIG. 7

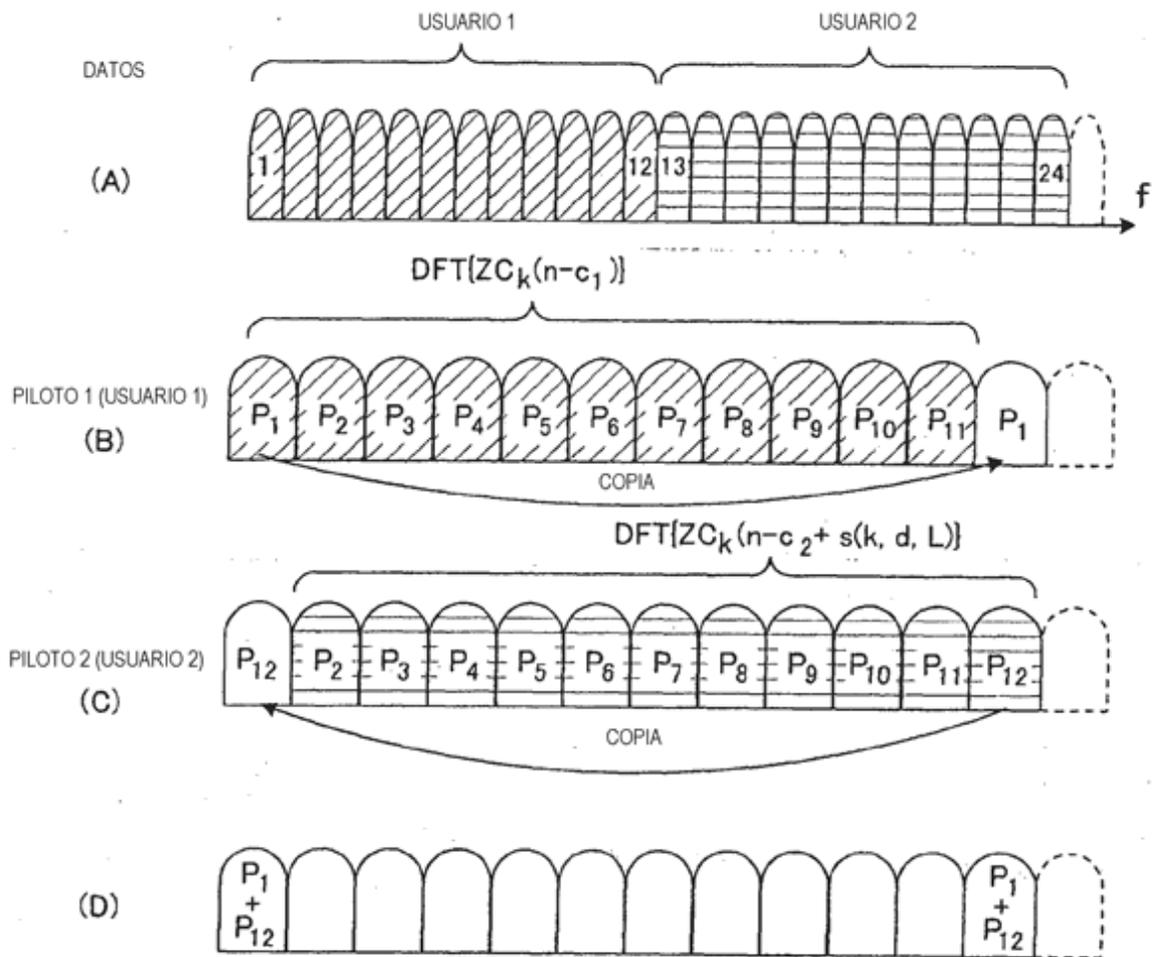


FIG. 8

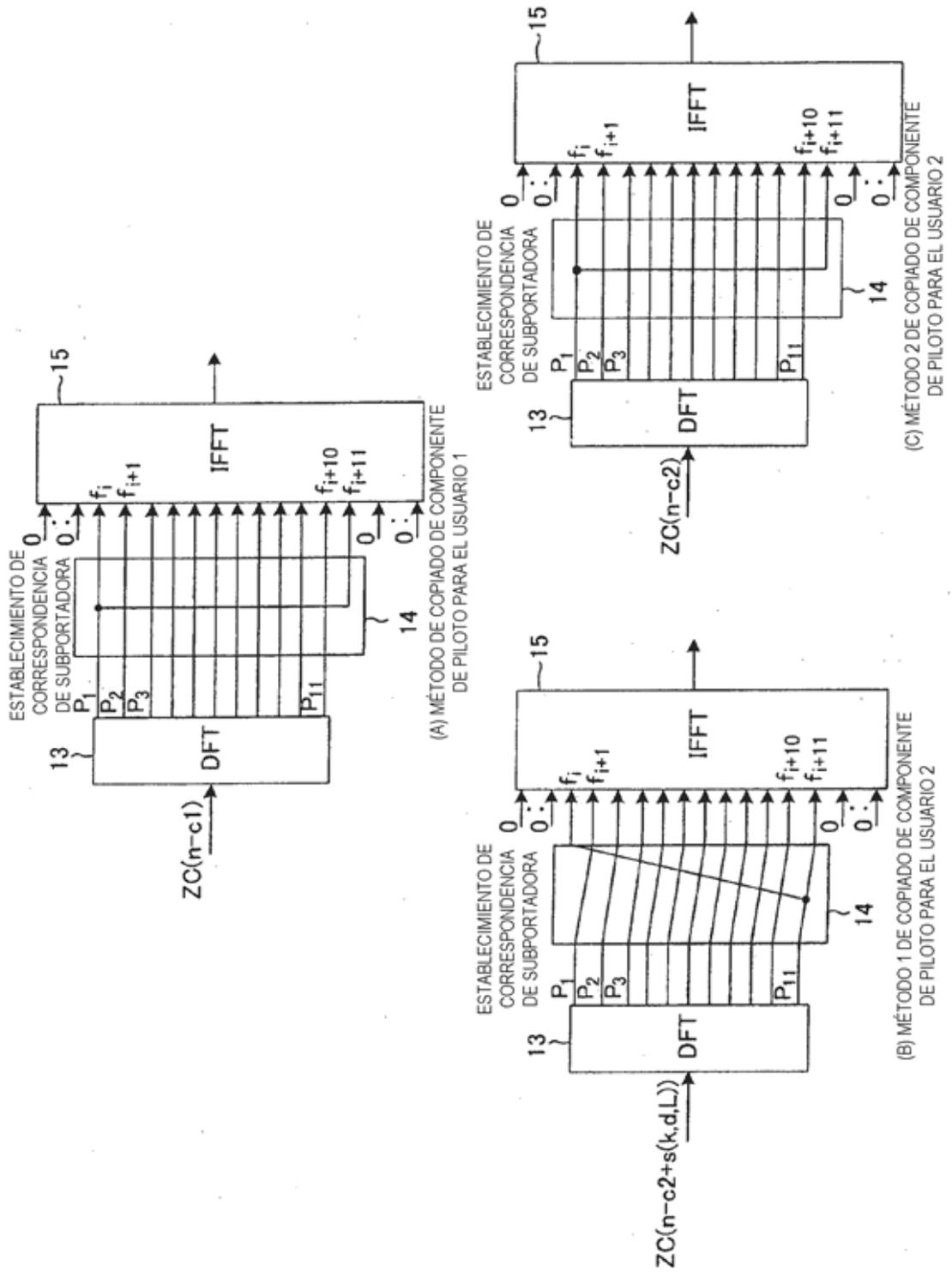


FIG. 9

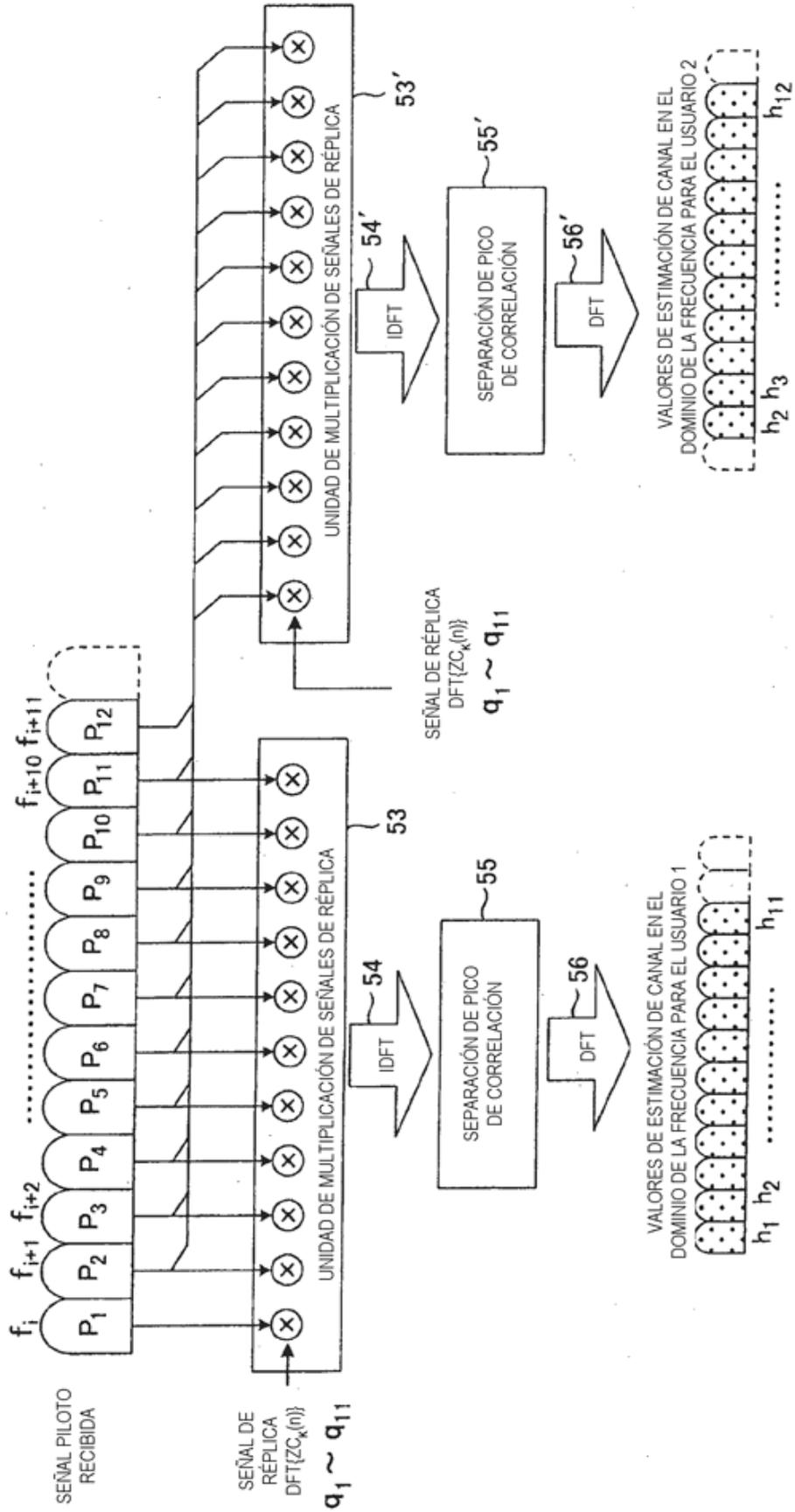


FIG. 10



FIG. 11

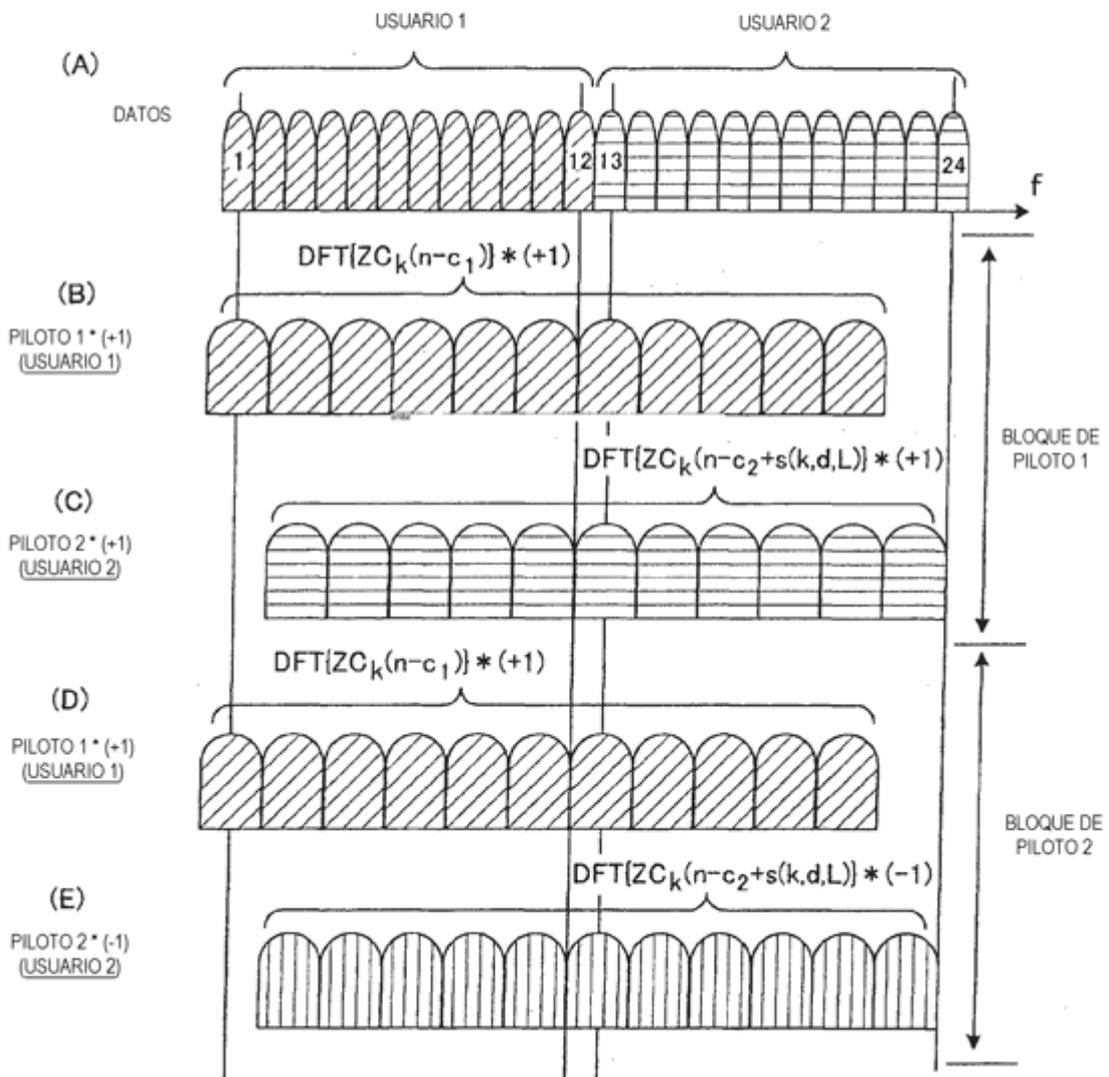


FIG. 12

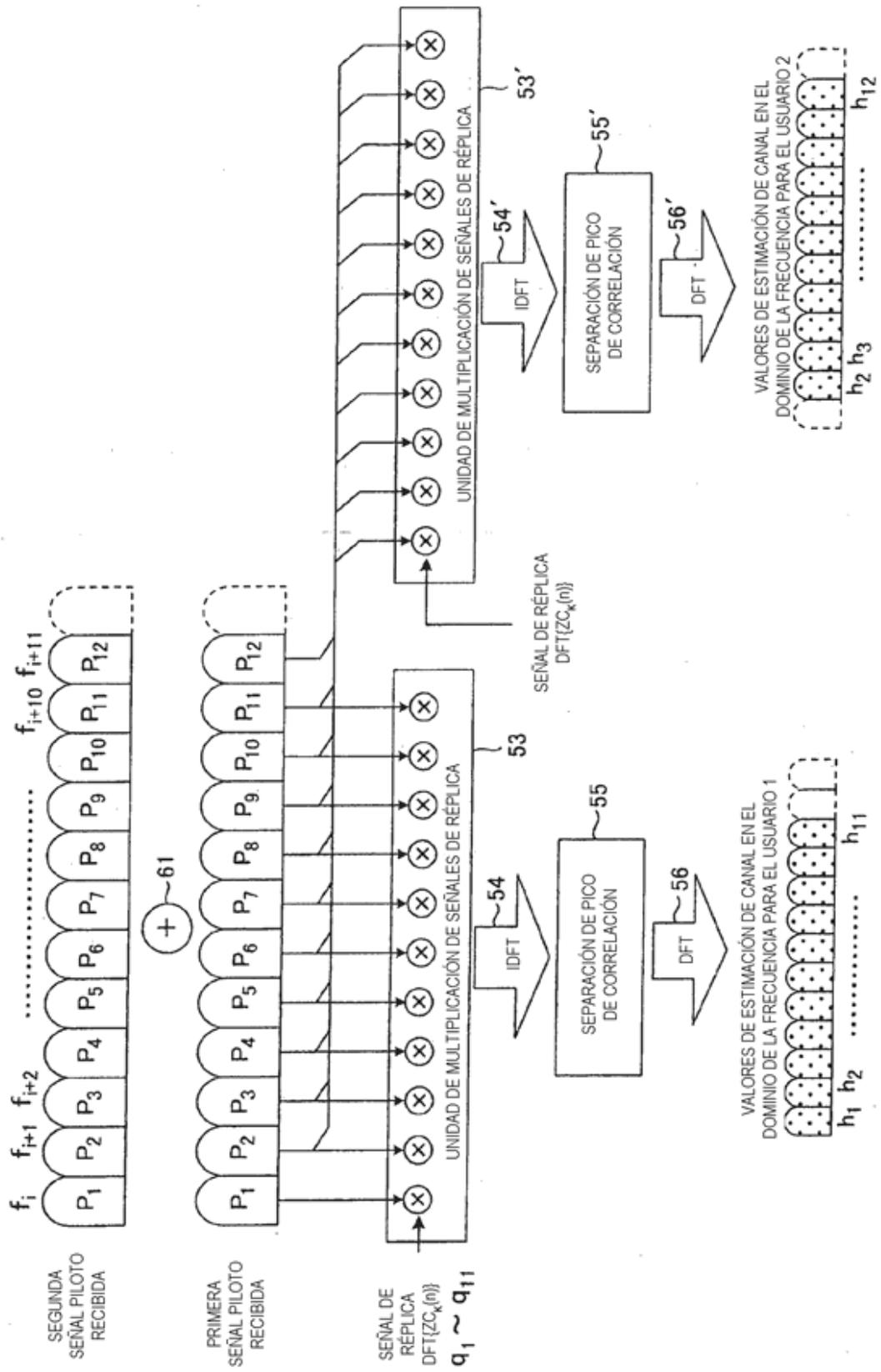


FIG. 13

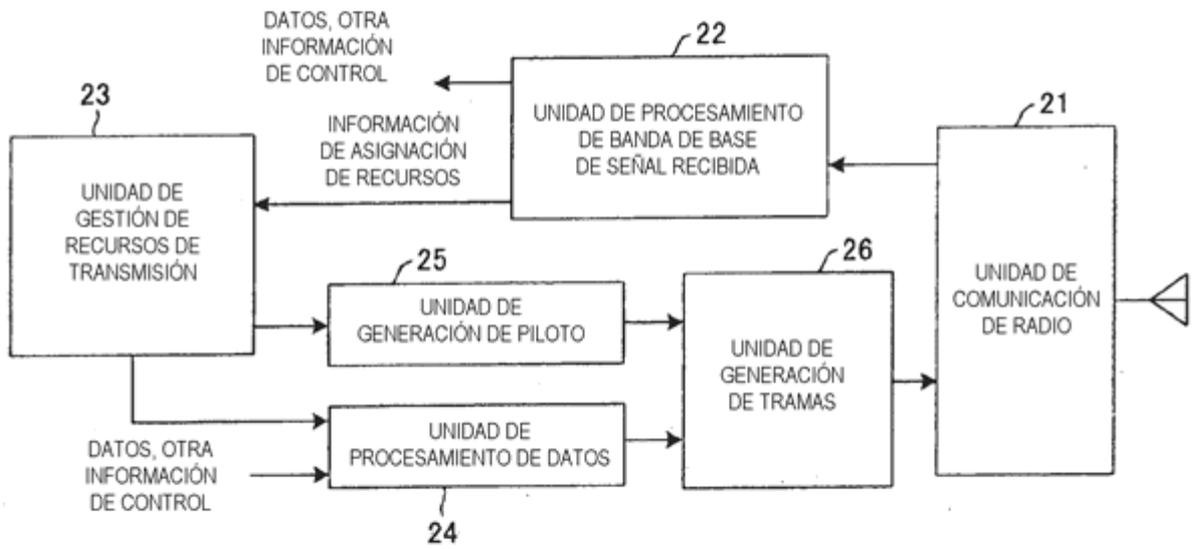


FIG. 14

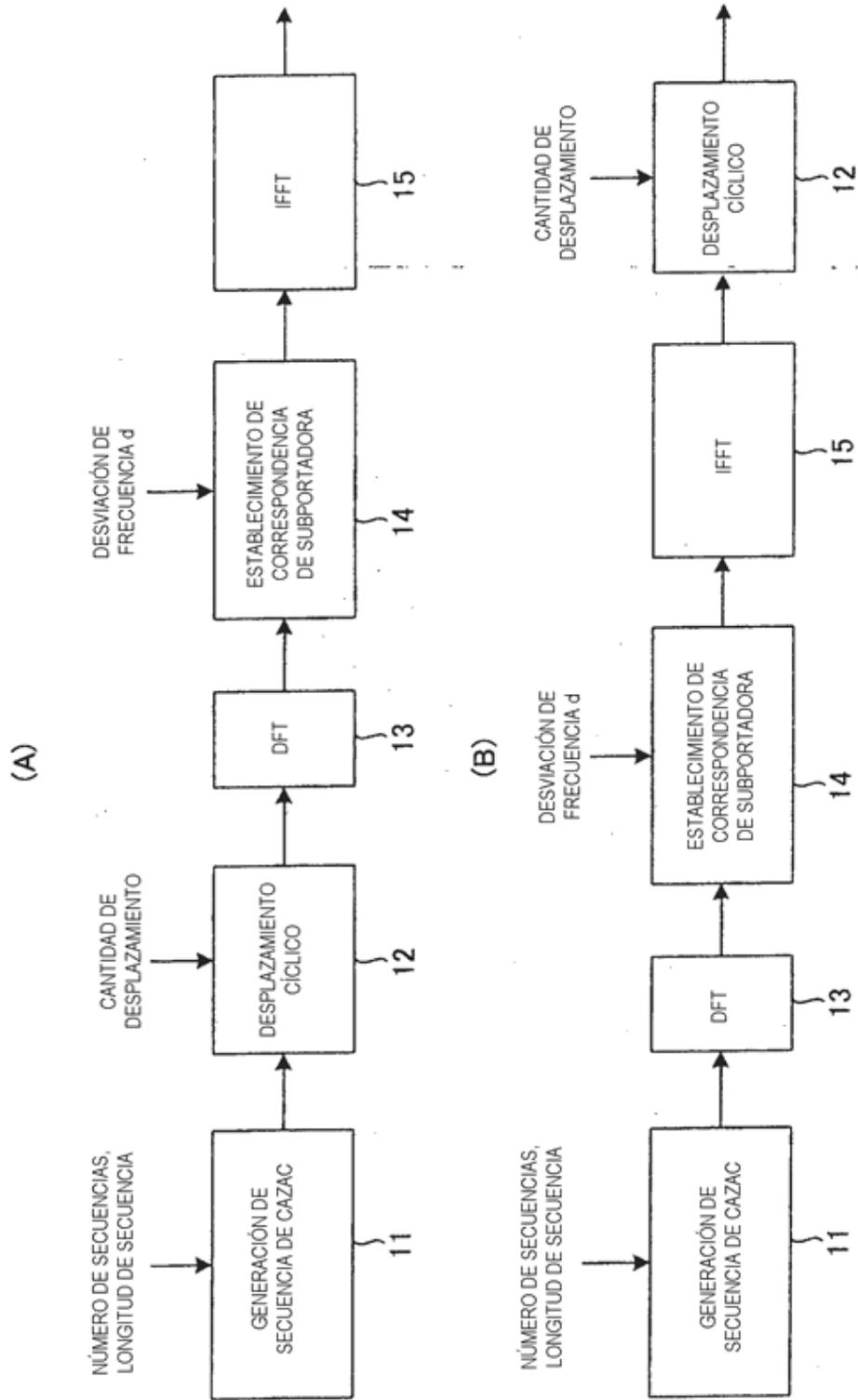


FIG. 15

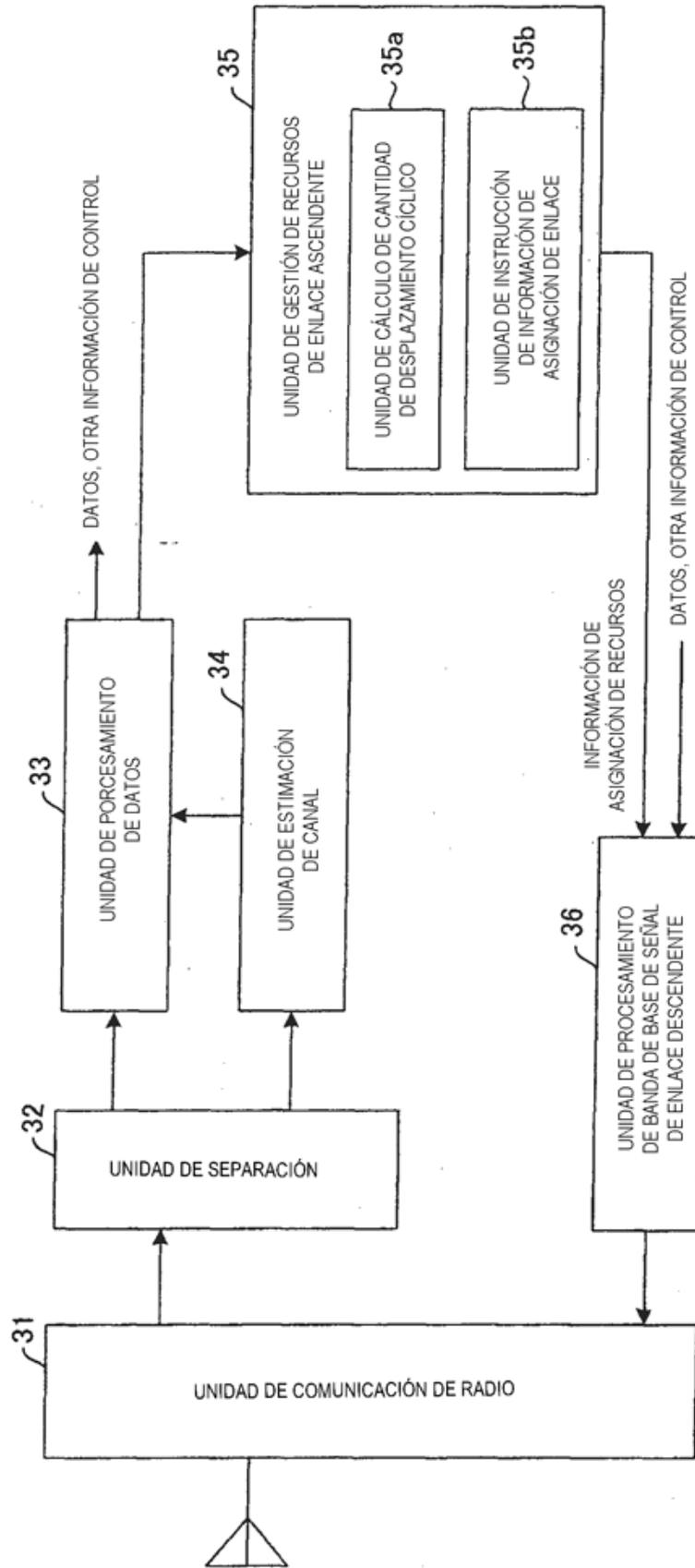


FIG. 16

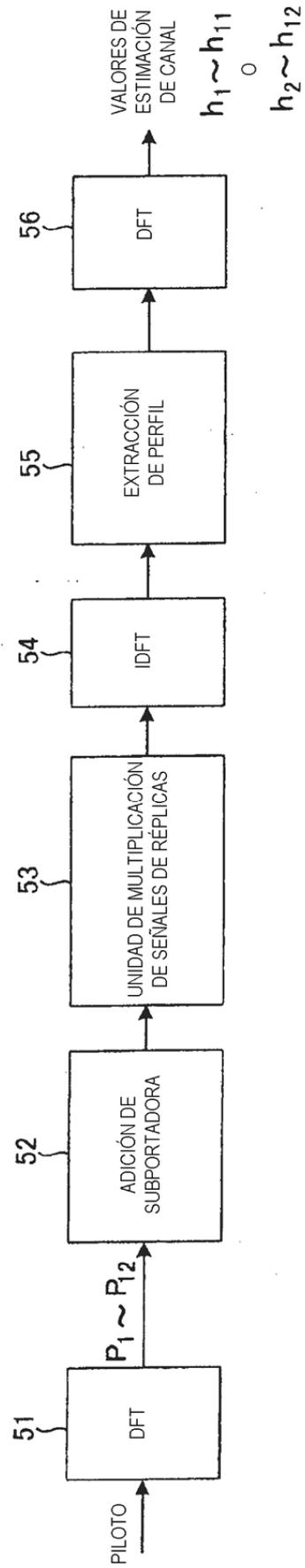


FIG. 17

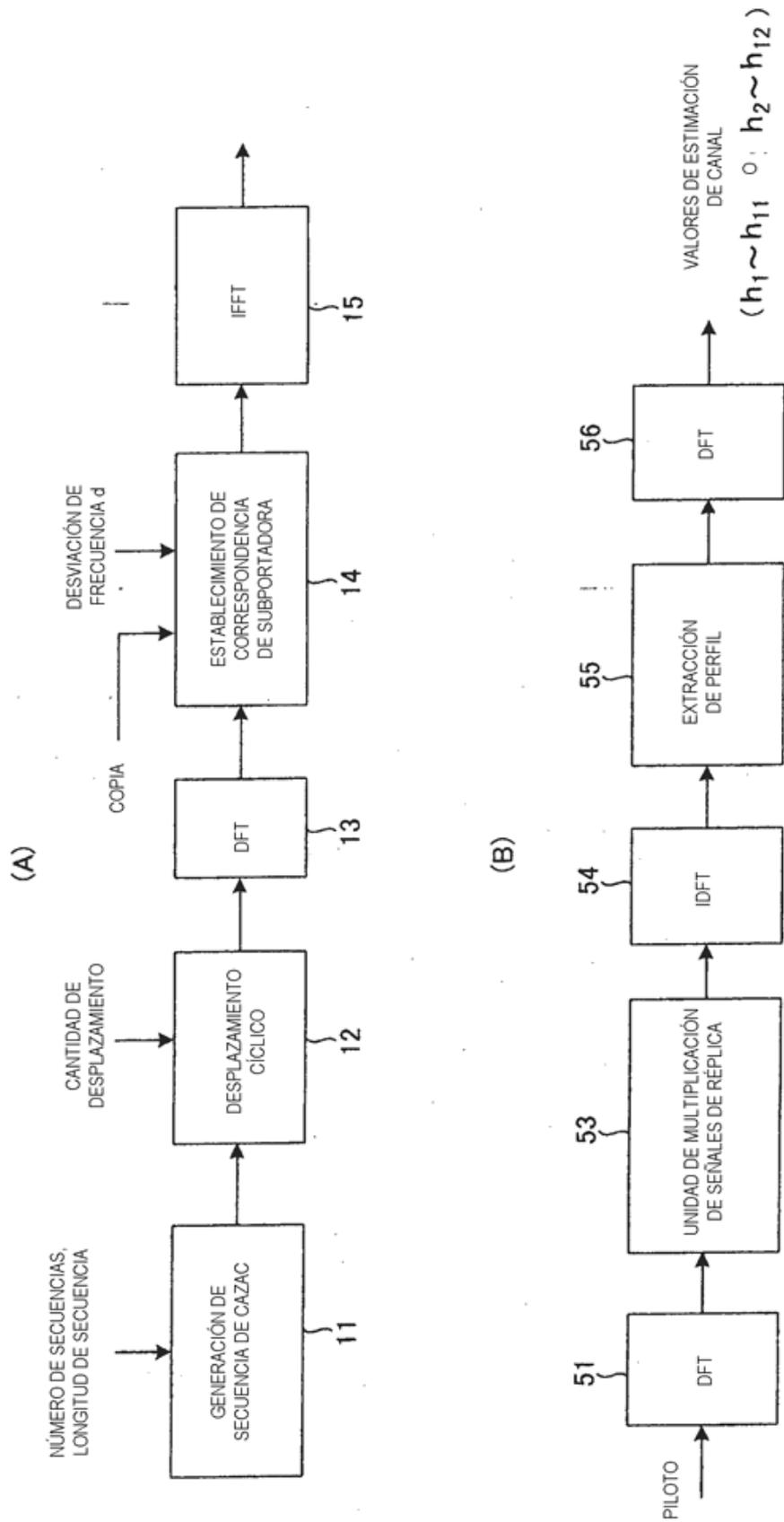


FIG. 18

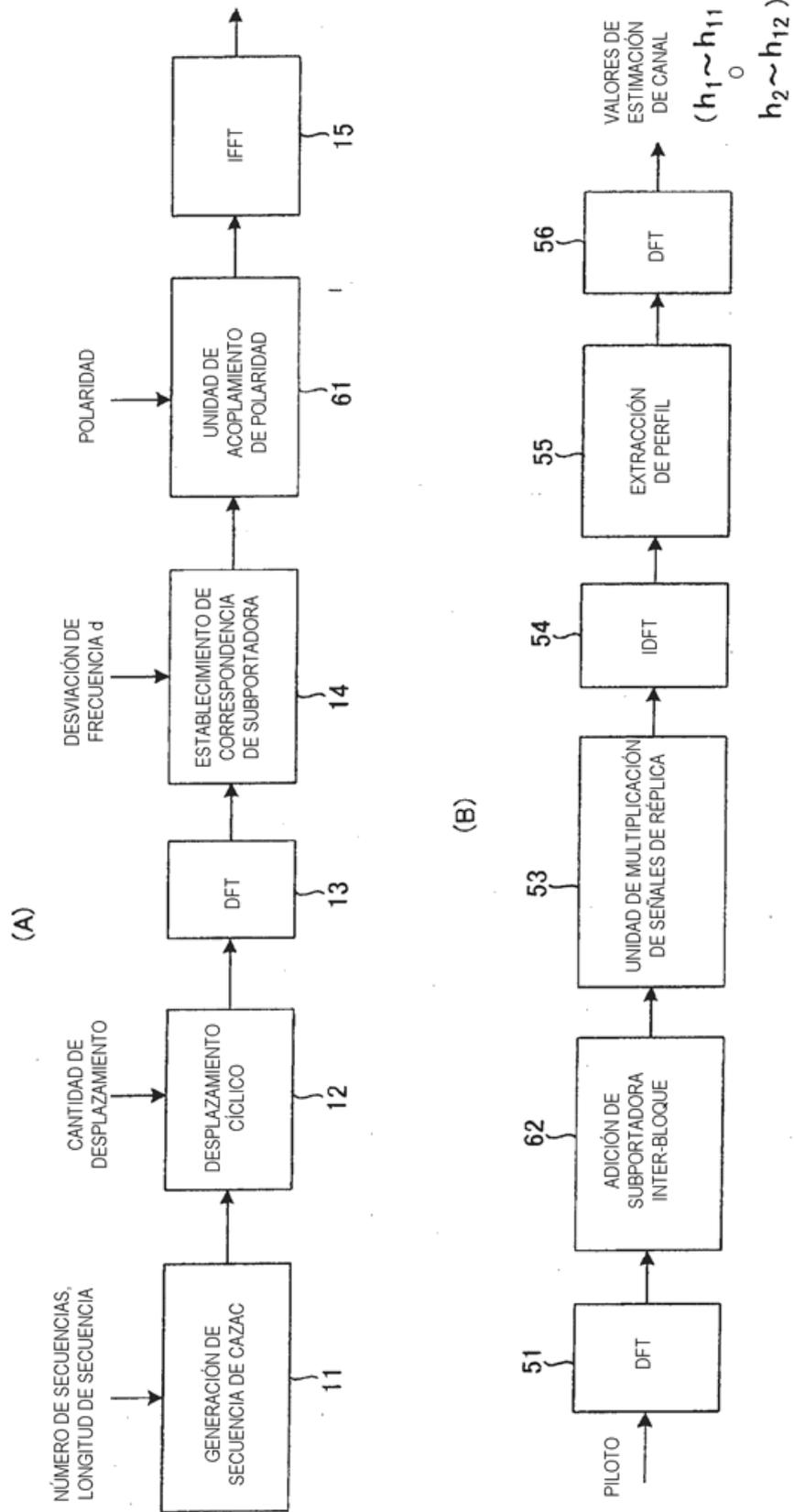


FIG. 19

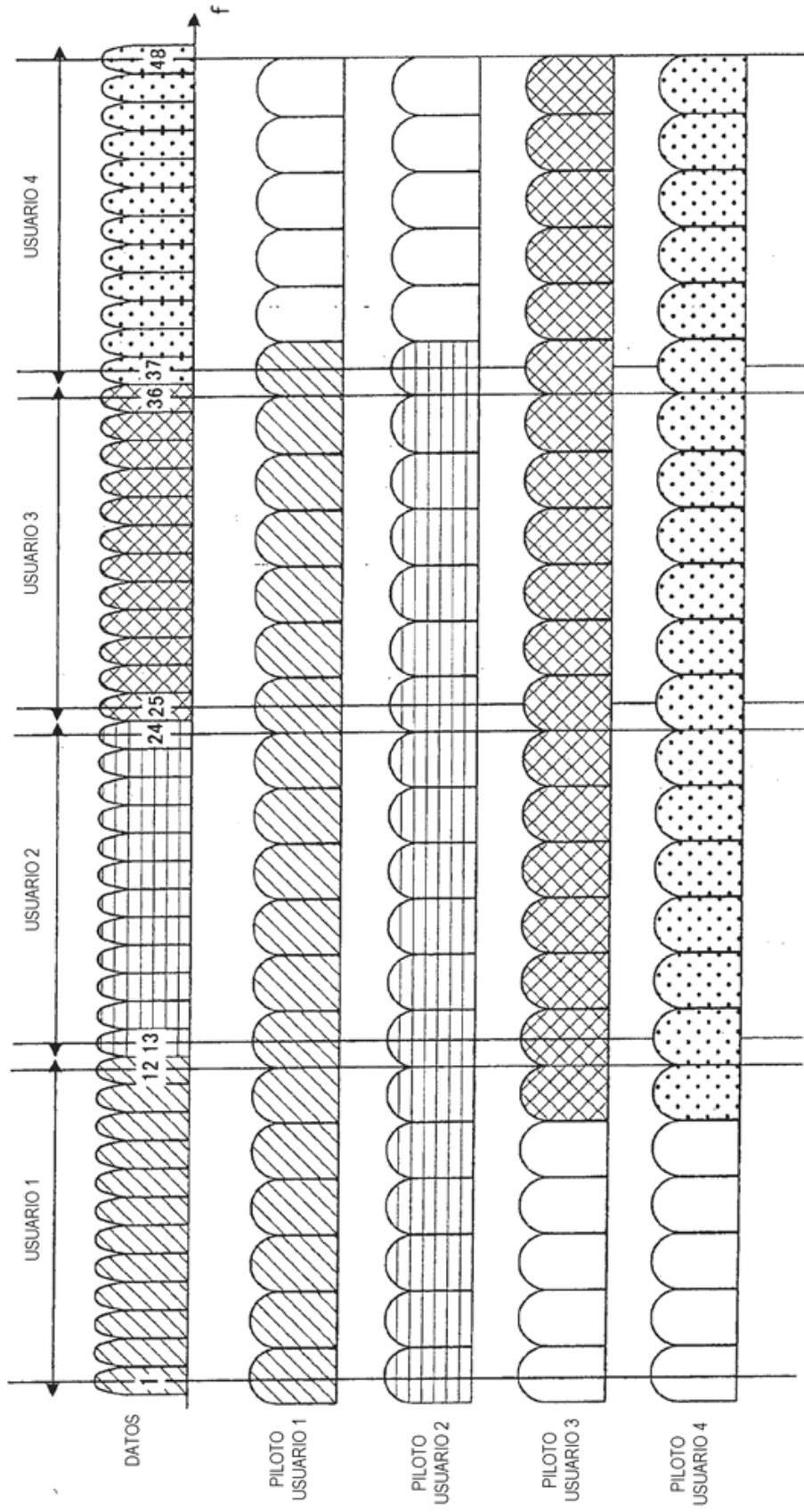


FIG. 20

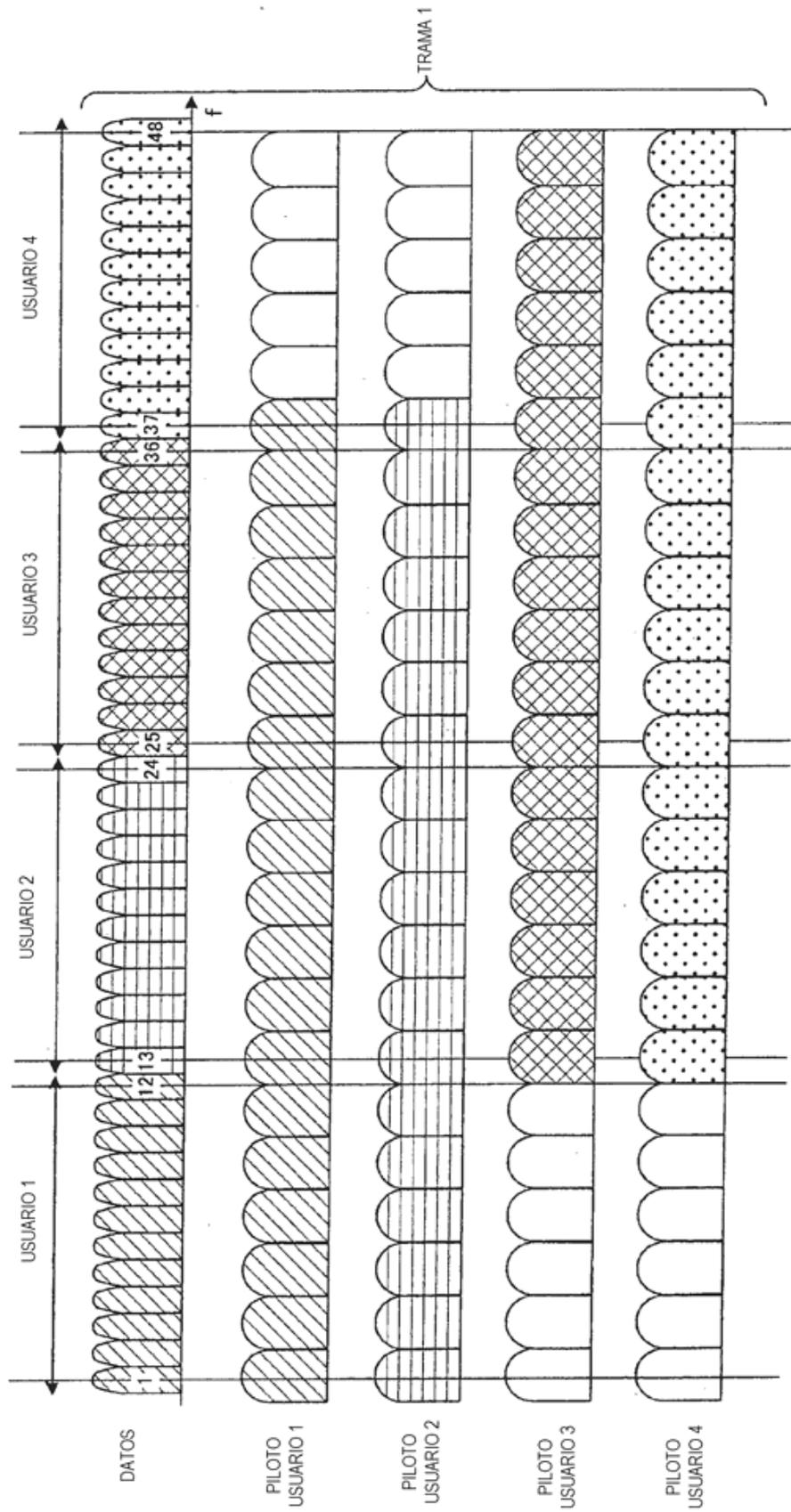


FIG. 21

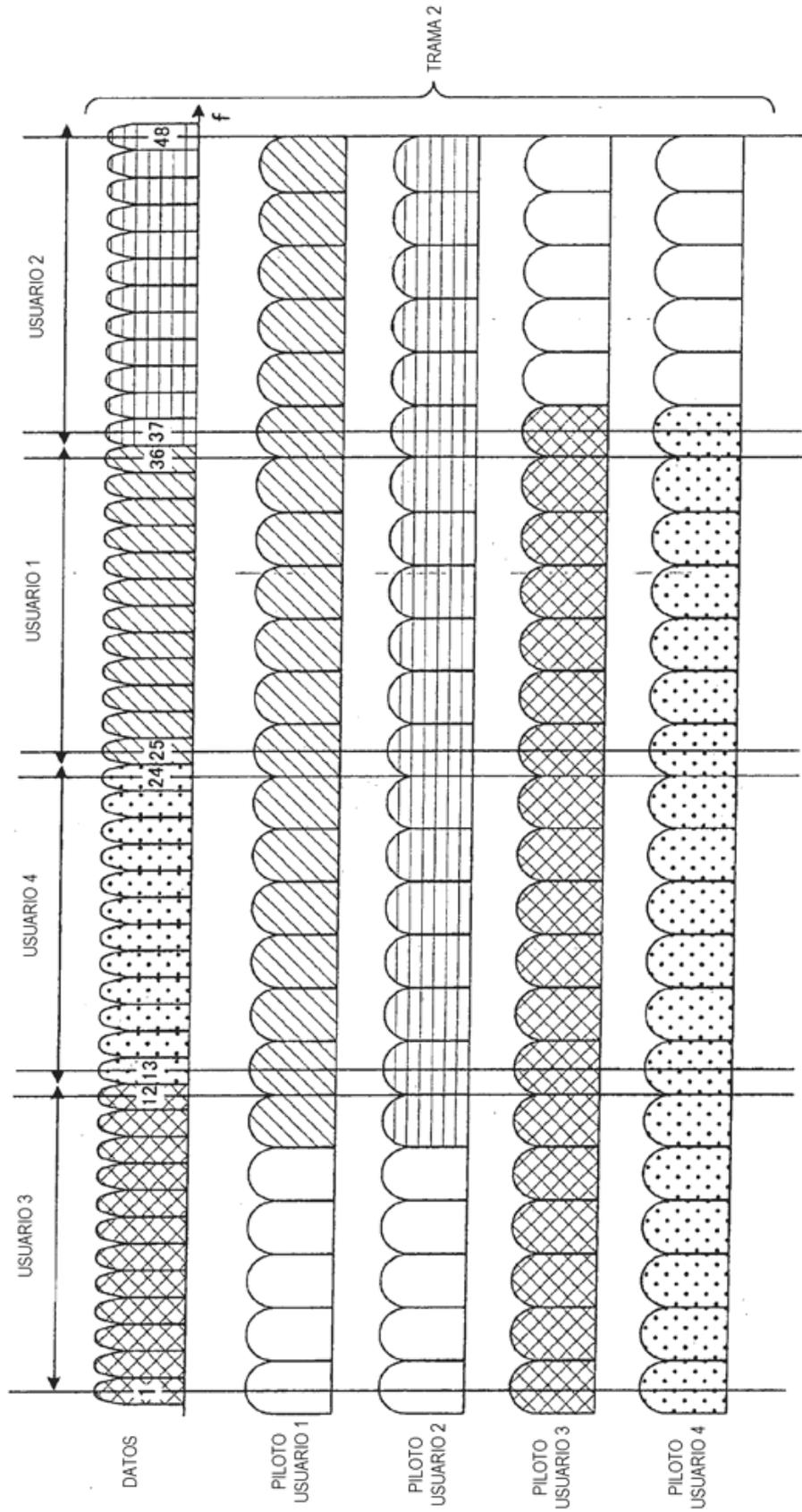


FIG. 22

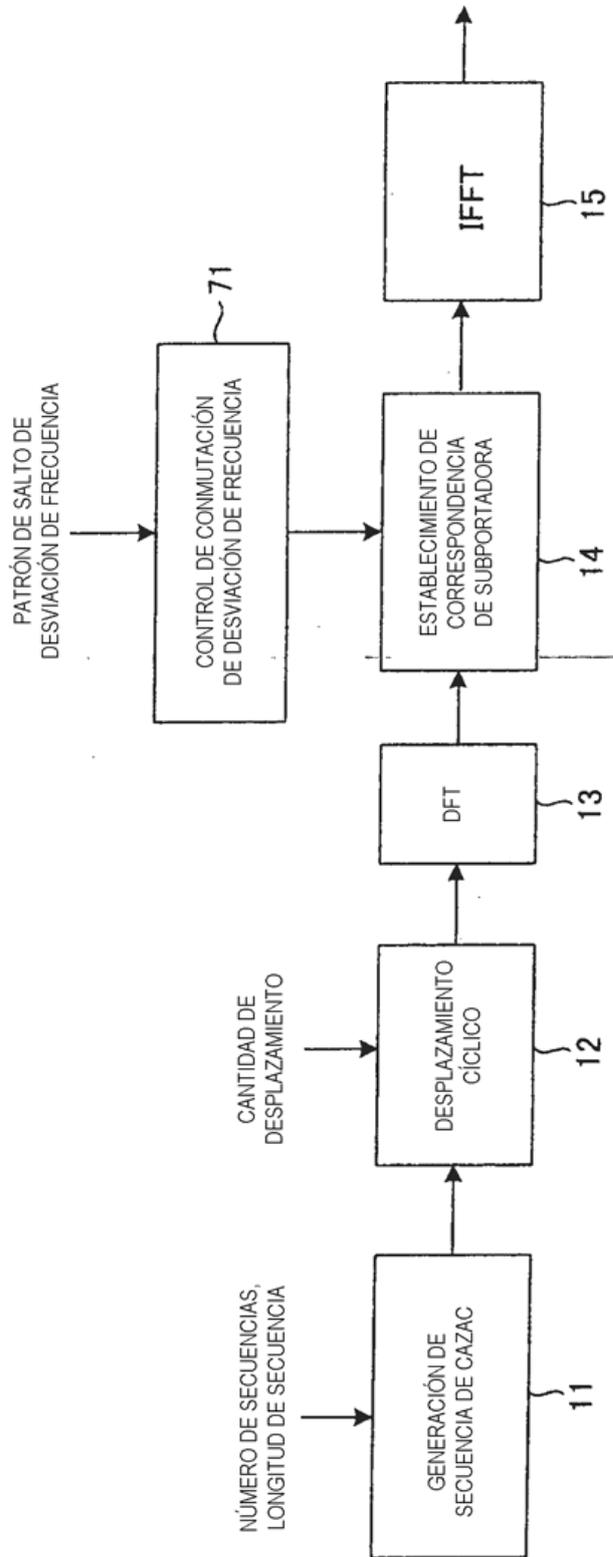


FIG. 23

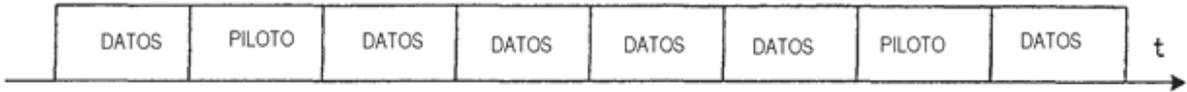


FIG. 24

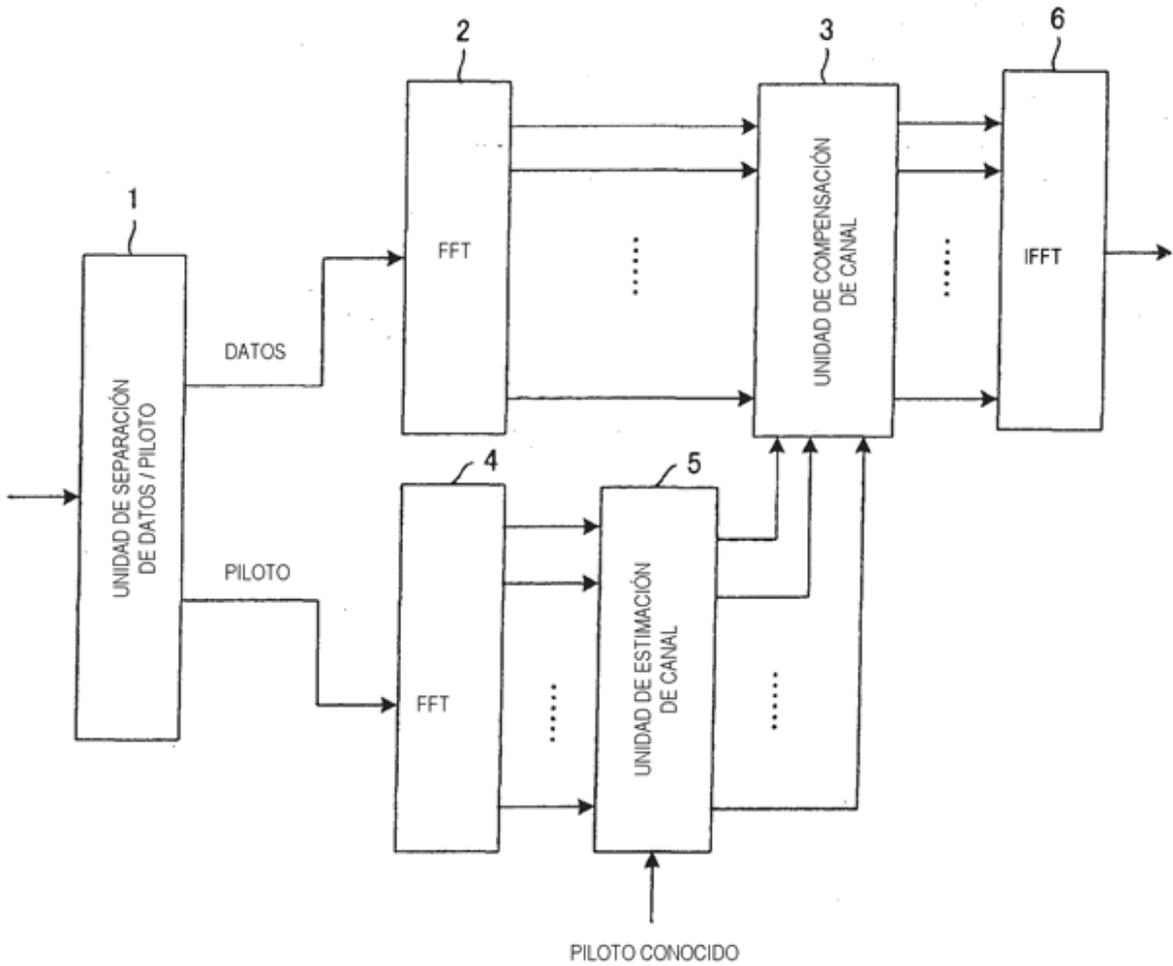


FIG. 25

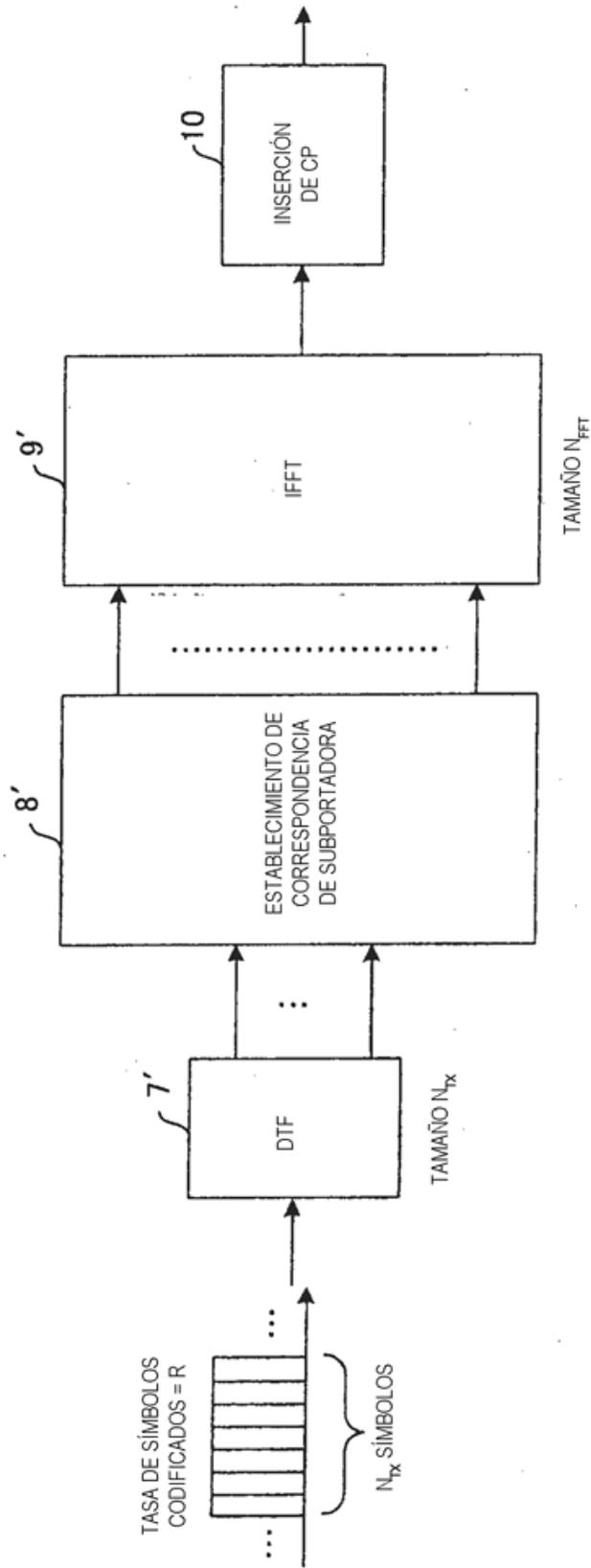


FIG. 26

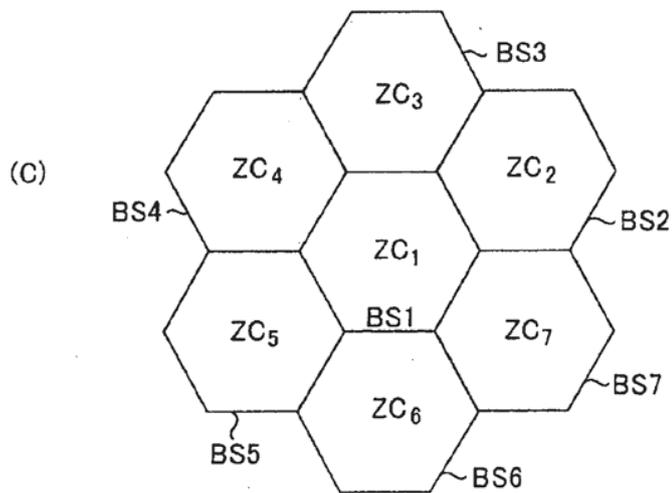
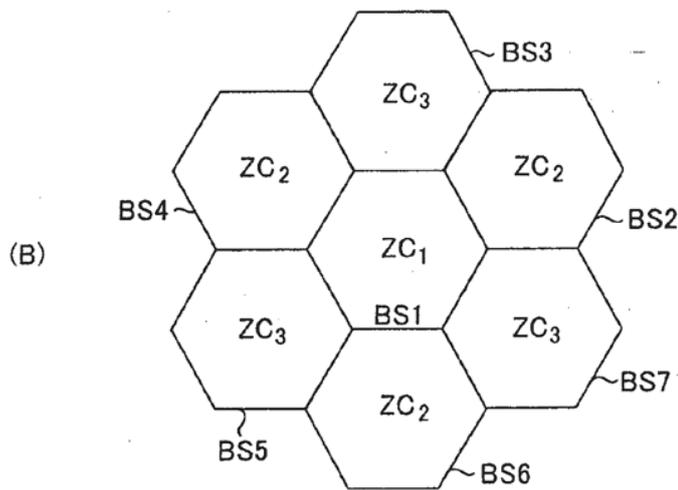
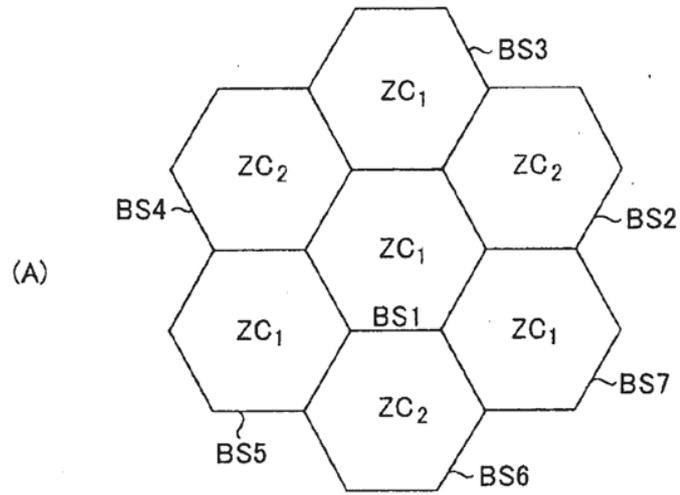


FIG. 27

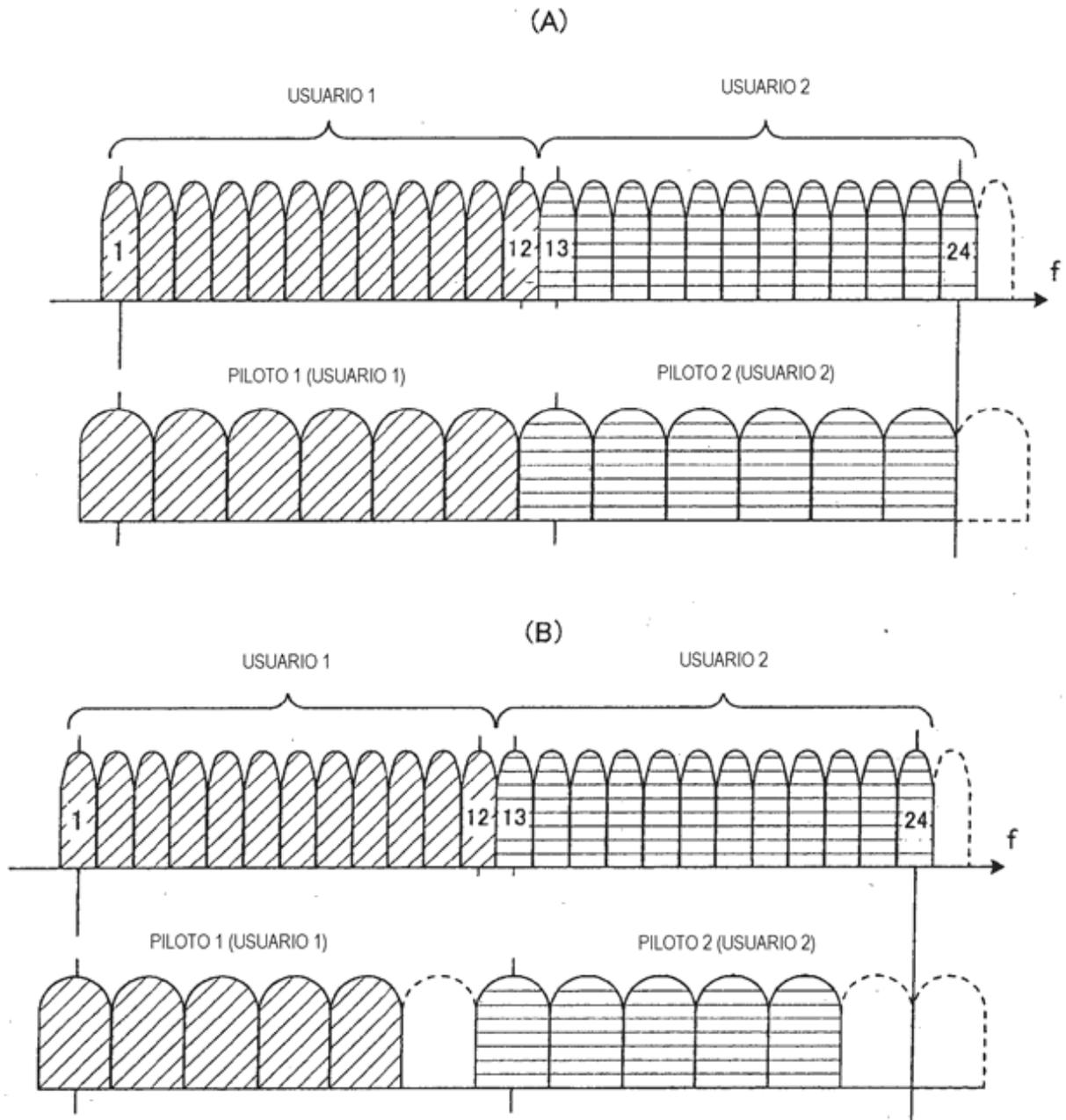


FIG. 28

